Valeurs intrinsèques en fin de concession = Wertermittlung am Ende der Konzession

Autor(en): **Rouge, Nicolas / Bernard, Olivier**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **111 (2020)**

Heft 11

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-914783

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Le barrage de Salanfe.

Valeurs intrinsèques en fin de concession

Retour de concessions | Les enjeux financiers des futurs renouvellements de concessions se comptent en centaines de millions de francs. Si des bases légales encadrent la gestion de ces « successions », des éléments comme la détermination de la valeur intrinsèque des installations sont laissés à l'appréciation des acteurs. Le présent article souhaite clarifier certains aspects.

NICOLAS ROUGE, OLIVIER BERNARD

Au cours des prochaines décennies, des dizaines de concessions hydroélectriques arriveront à échéance **(figure 1)**. En vertu de l'article 67 de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques (LFH), la communauté concédante a le droit, au retour de la concession, de reprendre gratuitement les installations « mouillées » (barrage, conduite forcée, turbine, etc.) et de reprendre, moyennant le paiement d'une indemnité équitable, les installations servant à la production et au transport de l'électricité (parties « sèches » ou « onéreuses » telles qu'alternateur, transformateur, ou contrôle-commande). Le retour des concessions est une opportunité pour les collectivités publiques d'accéder à un patrimoine industriel d'une valeur estimée à 40 milliards CHF. Les enjeux sont importants : l'indemnité équitable des aménagements valaisans est estimée à 1,5 milliard CHF.[1]

Des bases légales ont été définies au niveau fédéral (LFH) et au sein de divers cantons, p. ex. en Valais (LcFH), afin d'encadrer la gestion de ces « successions ». Cependant, certains éléments sont laissés à l'appréciation des acteurs, comme la détermination de la valeur intrinsèque en fin de concession. Le but du présent article est de contribuer à clarifier les éléments sujets à discussion et de proposer une méthodologie d'appréciation, tout en dépassant la seule approche financière, afin de valoriser les connaissances industrielles liées à la gestion du cycle de vie de ces actifs dans un esprit de développement durable.

Durée d'utilité

Les concessions actuelles formalisent l'utilisation d'un droit d'eau concédé à un ou plusieurs acteurs industriels regroupés sous la forme d'une société anonyme. Selon l'International Accounting Standard (IAS) n°16, un actif industriel est une ressource contrôlée par l'entreprise qui se doit de la comptabiliser à son bilan en enregistrant une immobilisation corporelle lorsque des avantages économiques et des risques associés à cet actif doivent aller à l'entreprise. Ce standard précise également que les immobilisations corporelles s'amortissent à un rythme devant refléter la

Figures : Alpiq Suisse SA

consommation par l'entreprise des avantages économiques liés à l'actif considéré. Pour cela, la notion de durée d'utilité est définie par l'IAS n°16 en fonction de trois aspects: l'usage présumé et attendu de l'actif, son usure physique et son obsolescence technique.

Le législateur fédéral (art. 67 al. 1a, LFH) et son homologue valaisan (art. 54 al. 2a, LcFH) ont limité la durée d'usage des parties totalement mouillées à la durée de la concession. En revanche, aucune durée d'usage ou d'utilité n'est définie pour les « parties sèches » (art. 67 al. 1b LFH; art. 54 al. 2b LcFH), ni pour les installations regroupant des parties sèches et mouillées. Le concessionnaire sortant a droit au paiement d'une indemnité équitable lors du transfert de ces

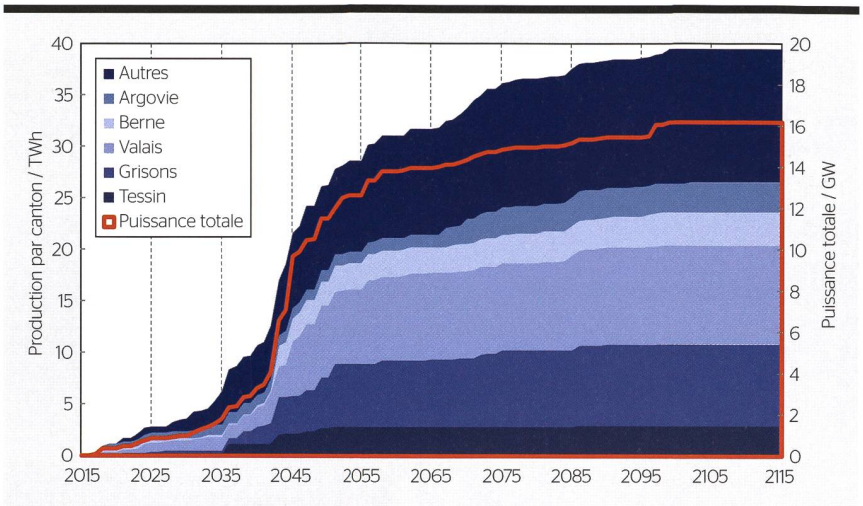


Figure 1 Retour des concessions hydrauliques en Suisse.

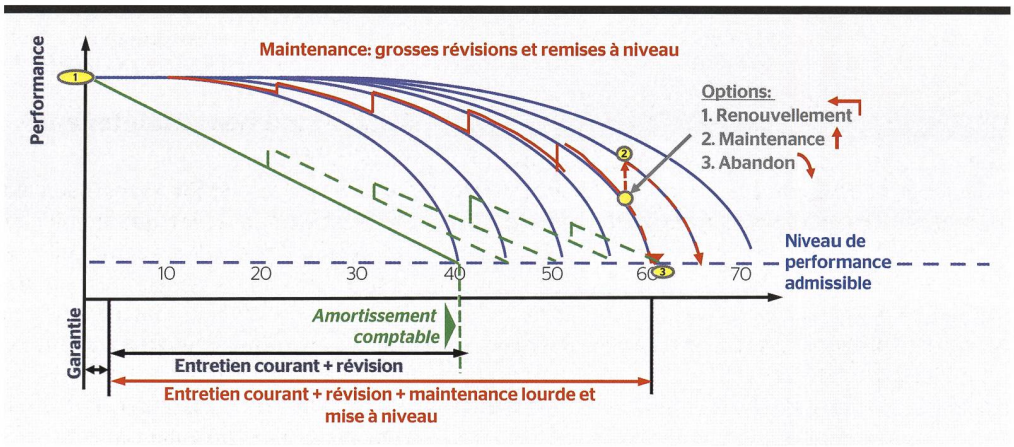


Figure 2 Effet de différentes stratégies de maintenance sur la durée d'utilité d'un actif.

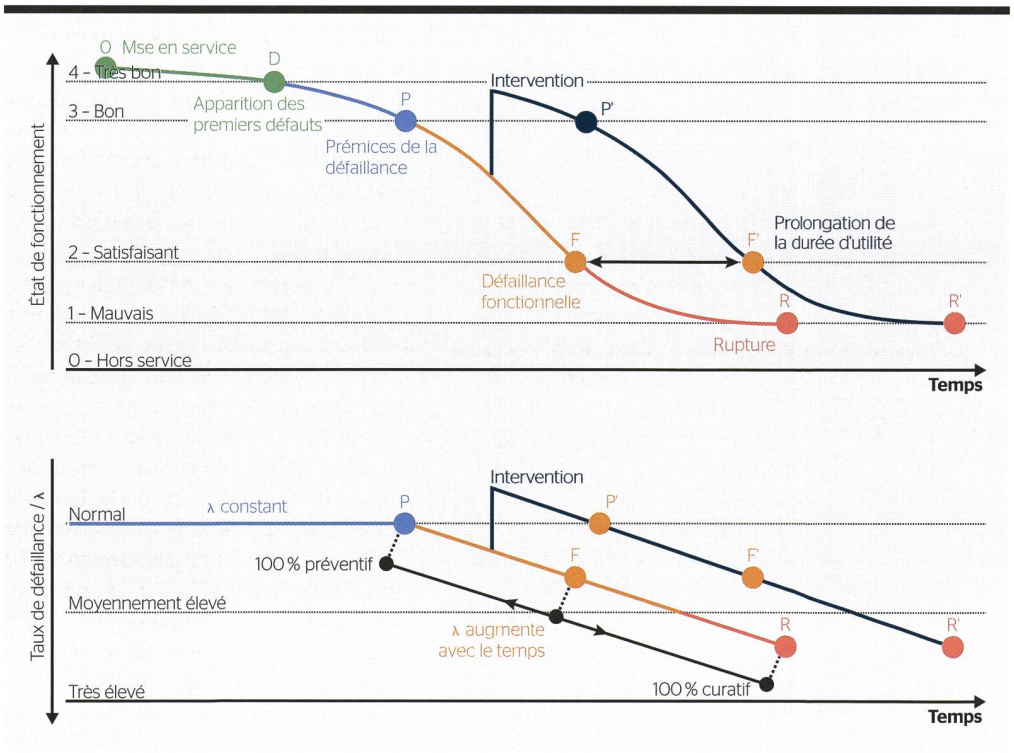


Figure 3 Définition des états de fonctionnement d'un actif.

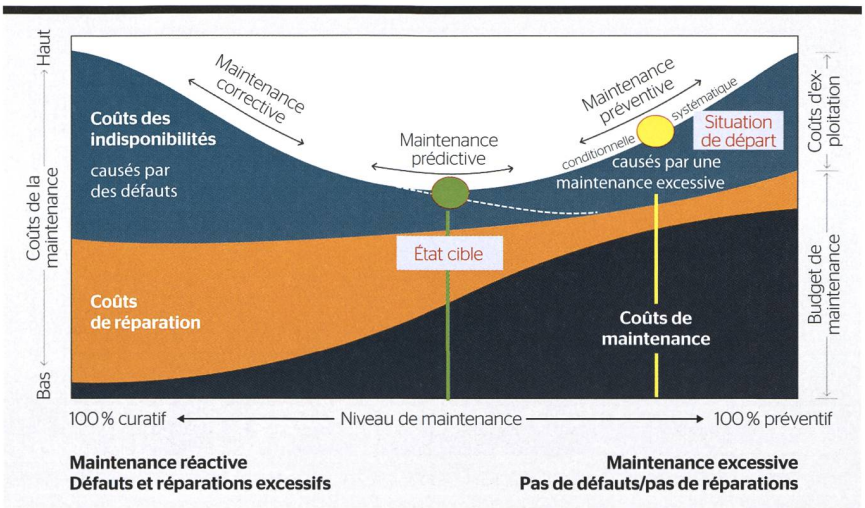


Figure 4 Recherche d'un optimum en fonction du degré de prévention de la stratégie de maintenance.[3]

installations. Selon l'article 56 al. 2 LcFH, « l'indemnité équitable est calculée en partant de la valeur réelle au moment du retour, c'est-à-dire d'après la valeur à neuf, réduite de la moins-value résultant de l'usure correspondant à la durée de vie de ces installations et de leur dépréciation économique et technique ». Cette définition a été précisée en décembre 2015 par le Conseil d'État valaisan.[1] Cette définition ne fait aucun lien avec les valeurs comptables figurant au bilan des sociétés.

Pour empêcher que le droit de retour soit dépouillé de sa valeur économique par une installation dégradée ou présentant trop de risques de dysfonctionnement, les législateurs ont imposé une obligation de maintenir en état d'être exploitées les installations soumises au droit de retour (art. 67 al. 3, LFH; art. 55 al. 1, LcFH).

Par ces dispositions, les législateurs reconnaissent donc implicitement que le versement d'une indemnité équitable est associé à des avantages économiques futurs qui devraient être sécurisés sur une durée raisonnable, sans pour autant définir cette dernière. Pour satisfaire à leurs obligations légales d'entretien, les concessionnaires sortants disposent de plans de maintenance et d'investissements en fin de concession et au-delà qui précisent les actions qu'ils mèneront.

Le processus de retour de concession gagnerait à reposer sur une approche transparente du concessionnaire sortant qui devrait expliciter son jeu d'hypothèses pour justifier les durées d'utilité qu'il considère lors du calcul de la valeur intrinsèque de son aménagement en fonction des stratégies de maintenance qu'il a mises en place **(figure 2)**. Le concédant devrait ensuite employer ses moyens à l'analyse des éléments de preuve apportés par le concessionnaire sortant pour justifier ses hypothèses et, ainsi, disposer d'une garantie « raisonnable » qu'il achète un actif industriel au juste prix.

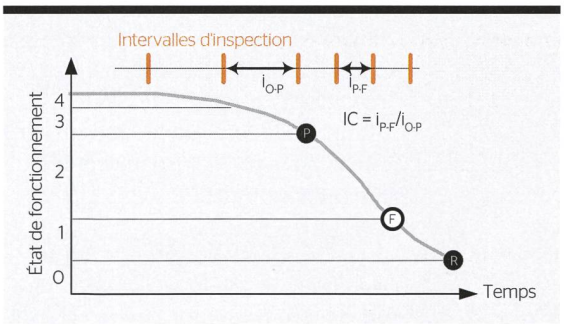


Figure 5 Définition de l'indice de confiance et exemple.

Alternateur fictif Intervalle d'inspection O - P = 15 ans État de fonctionnement au-delà de P	**IC**	**Minimum**
Usage présumé Lié aux cycles d'exploitation Lié au type de démarrage Lié aux variations de charge active Lié aux variations de charge réactive Lié à l'indice de réserve thermique	 0,94 1 0,9 0,9 1	**0,90**
Usure physique Liée au niveau de tension Liée aux constats historiques de faiblesse Liée à la pollution	 0,6 1 1	**0,60**
Obsolescence technique Liée aux aspects constructifs	 1	1
Indice de confiance (produits des 3 critères)		**0,54**

Fonctionnement, maintenance et risques

Le concessionnaire fait reposer son jeu d'hypothèses sur le fait que le bon état de fonctionnement de ses actifs doit être assuré tout au long de leur durée d'utilité. Il est essentiel que toutes les parties prenantes puissent se retrouver autour d'une définition commune de l'état de fonctionnement. Cet état est associé à la capacité d'un équipement à assurer la fonction pour laquelle il a été conçu. La **figure 3** illustre différents points caractéristiques du fonctionnement des actifs: la mise en service (O), l'apparition de premiers défauts (D), l'apparition des prémices de la défaillance fonctionnelle (P), de la défaillance fonctionnelle (F) et de la rupture (R). La durée d'utilité va de la mise en service à la défaillance fonctionnelle.

L'état de fonctionnement n'est plus assuré à partir de la défaillance fonctionnelle (F). Cette défaillance est différente de la rupture (R). En effet, elle est déterminée comme l'instant à partir duquel une fonction n'est plus assurée avec un niveau de fiabilité suffisant; le risque associé à la défaillance de la fonction devient inacceptable pour l'entreprise. Par conséquent, il n'est pas admissible, en fin de concession ou durant les premières années qui suivent, qu'un aménagement dispose d'équipements dont l'état de fonctionnement est jugé « Mauvais » ou « Hors service ». Seuls les états « Très bon » à « Satisfaisant » sont admissibles.

Le point P de la courbe d'usure **(figure 3)** partage la durée d'utilité d'un équipement en deux régimes: un premier (O–P) pour lequel le taux de défaillance λ est constant, puis un second pour lequel le taux de défaillance λ augmente avec le temps sous l'effet du vieillissement accéléré. L'intervalle P–F est une caractéristique d'un équipement défini selon la théorie de la maintenance basée sur la fiabilité.[2] Cette durée correspond au temps que le propriétaire a pour réagir dès les premiers signes de défaillance fonctionnelle.

Sur la base de ces notions, définir la durée d'utilité d'un équipement revient à positionner le point F dans l'intervalle entre le point P et la rupture R. Ce choix est directement associé à la stratégie de maintenance retenue pour l'équipement. Une maintenance purement curative revient à attendre la rupture pour décider du renouvellement d'un équipement. L'entreprise peut a contrario choisir de limiter fortement le risque en optant pour une stratégie de maintenance «hyper» préventive (F confondu au point P). Dans la plupart des cas, le propriétaire opte pour des stratégies intermédiaires, basées sur la connaissance et le suivi de l'état de fonctionnement des équipements. Le positionnement de F correspond à un équilibre acceptable entre les réductions des coûts planifiés de maintenance grâce à la prolongation de vie entre P et F et l'augmentation du risque de devoir dépenser de manière fortuite lié au rapprochement du point F de la rupture R **(figure 4)**. Les propriétaires disposent de méthodologies et d'outils leur permettant de définir le positionnement de F à l'aide d'approches de maintenance basée sur la performance.[3] De telles pratiques d'optimisation des plans de maintenance et d'investissements, encadrées par la norme ISO 55001, permettent aux concessionnaires actuels de tirer le maximum d'avantages économiques des aménagements existants tout en maîtrisant les coûts et l'évolution des risques associés.

L'effet possible d'une intervention sur l'évolution de l'état d'un composant et sur sa durée d'utilité est également visible dans la **figure 3**. Par exemple, la durée d'utilité initiale pourrait être limitée par le point F. Dans ce cas, le coût de l'intervention qui prolonge la durée d'utilité de F à F' devrait être considéré comme un investissement, car elle permet à l'entreprise de percevoir des avantages économiques et lui impose de gérer des risques sur une durée supérieure à la durée initiale.

Alternateur Groupe n°2 – Salanfe SA (2 groupes de 35 MW) Mis en service en 1950, réhabilité en 2010 Durée d'utilité: 50 ans depuis la dernière réhabilitation	Bobinage	Circuit magnétique	Bobines polaires	Corps polaires	Roue polaire	Arbre/acc./visserie	**Moyenne**
Usage présumé							**10**
Restriction d'exploitation	10	10	10	10	10	10	
Disponibilité / Fiabilité	10	10	10	10	10	10	
Température / Relevé d'exploitation	10	10					
Contrôles électriques		10	10				
Usure physique							**8,45**
Maintenance	10	10	10	10	7	7	
Durée de vie selon liste	8,7	9,1	8,7	9	1	2,2	
Inspection visuelle	10				7	7	
Contrôles non desctructifs	10	10	10	9		7	
Autres (calcul fatigue, etc.)			10	10	10	10	
Obsolescence technique			10				**7,75**
Pièces de réserve	10		10				
Technologie «Bobinage»	10	10		4	4	4	
						État de santé 2020 (valeur min. des critères):	**7,75**

Pompe n°2 (MPO) – station de pompage de Cleuson (4 groupes de 1,03 MW) Mis en service en 1948 Durée d'utilité: 50 ans	90-Roue radiale	91-Accouplement roue	92-Étanchéité d'arbre	93-Étanchéité hydr.	94-Bâche		**Moyenne**
Usage présumé							**10**
Restriction d'exploitation	10	10	10	10	10		
Disponibilité / Fiabilité	10	10	10	10	10		
Température / Relevé d'exploitation							
Contrôles							
Usure physique							**6,09**
Maintenance	7	7	7	7	7		
Âge	1	1	8,3	8,3	1		
Inspection visuelle	7	7	7	7	7		
Contrôles non desctructifs	7	7					
Autres (calcul fatigue, etc.)							
Obsolescence technique							**6,00**
Pièces de réserve	4	7	7	10			
Technologie	4	4	4	10	4		
						État de santé 2020 (valeur min. des critères):	**6,00**

Tableau 1 Exemples de détermination des états de santé en 2020, selon HEX.

Des éléments de preuve

Le jeu d'hypothèses du concessionnaire sortant doit être rendu plausible à l'aide d'éléments de preuve pertinents. La transparence du concessionnaire sortant concernant son jeu d'hypothèses doit permettre au concédant de se forger un degré «d'assurance raisonnable» que l'indemnité équitable qu'il verse correspond à des avantages économiques futurs qui pourront bien être perçus et que le niveau de risques associés est acceptable. Les éléments de preuve pourraient être des:

- rapports d'activités de maintenance, rassemblés dans les systèmes de gestion de la maintenance assistée par ordinateur. L'objectif est de connaître l'historique des travaux réalisés,
- indices d'état de fonctionnement et indices de confiance (cf. ci-dessous),
- données historiques sur les défaillances et les pannes des équipements. Le traitement de ces éléments permet de déterminer des valeurs de sûreté de fonctionnement d'un actif utiles pour vérifier la plausibilité du jeu d'hypothèses.

Indice d'état de fonctionnement

Plusieurs méthodologies ont été développées pour caractériser l'état de fonctionnement des différents actifs. Les premières [4] permettent d'évaluer l'état de santé d'un équipement. Elles ont été adaptées par Hydro Exploitation SA (ci-après HEX) et Alpiq SA [5] en Suisse depuis plus de 10 ans. L'évolution des indices d'état est un élément de preuve important qui permet de vérifier si les hypothèses de durée d'utilité sont plausibles.

Le présent article retient l'échelle à 5 niveaux de fonctionnement présentés à la **figure 3**. Cette échelle a le mérite de proposer des limites d'état qui prennent un sens physique en lien avec

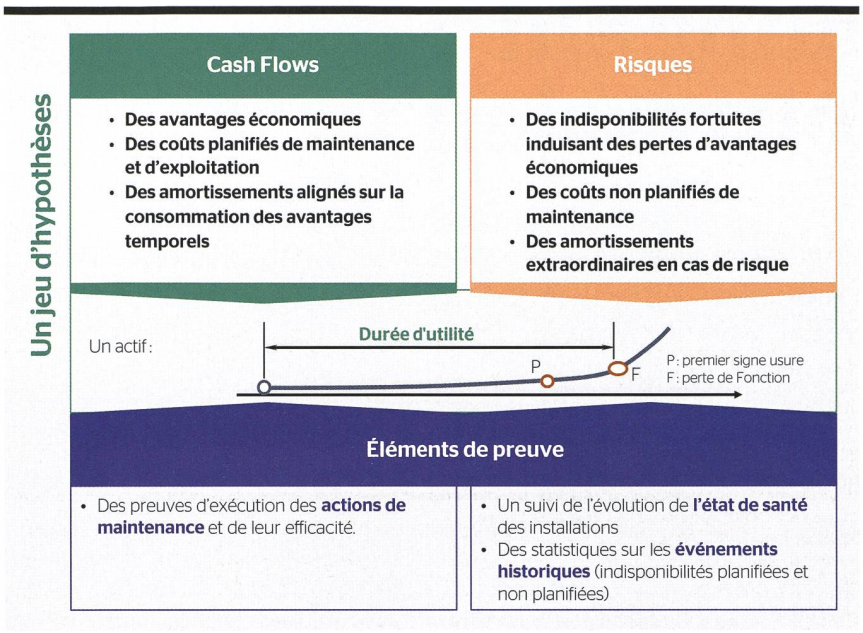


Figure 6 Synthèse des différents éléments du jeu d'hypothèses et de preuves.

le cycle de vie d'un actif. La méthodologie couvre bien les trois aspects de la durée d'utilité, à savoir: l'usage fonctionnel, l'usure physique et l'obsolescence technique.

Le premier exemple concerne l'alternateur du groupe n°2 de l'usine de Miéville. Le **tableau 1** fournit les valeurs d'état de santé des différents équipements de cet alternateur, calculés selon la méthodologie d'HEX, basée sur une échelle allant de 1 (mauvais état) à 10 (état excellent). Le résultat illustre que cet alternateur présente un parfait usage et que certaines technologies retenues peuvent faire l'objet à terme d'une obsolescence. Son usure physique a débuté sans remettre en question sa fonction. L'état de santé général vaut 7,75. Ramené à l'échelle à 5 niveaux, l'état de fonctionnement de l'alternateur est bon (3). Le point P n'est pas encore atteint. L'hypothèse de durée d'utilité de 50 ans à partir de la dernière réhabilitation est donc cohérente.

Le deuxième exemple concerne la pompe n°2 de la station de pompage de Cleuson. Bien que la pompe soit considérée comme une partie mouillée de l'installation, le futur concessionnaire doit pouvoir évaluer la vétusté d'un tel équipement lors de la reprise de l'aménagement. Le résultat du **tableau 1** illustre que cette pompe est dans un état satisfaisant (2), malgré son âge, et ce grâce à un entretien soigneux depuis la mise en service. La fonction est toujours garantie. Le point P est atteint. Les révisions des pompes et des vannes d'aspiration et de refoulement se poursuivront avec une fréquence de révision adaptée d'ici l'échéance des concessions, et le contrôle-commande sera remplacé afin d'améliorer la protection contre le déviage (élément limitant). L'indice de confiance pour le maintien des pompes en exploitation est important pour le cycle de vie de cette installation.

Indice de confiance

L'état de fonctionnement d'un équipement est généralement réévalué tous les 3 à 5 ans. Toutefois, les travaux d'inspection lourds ne suivent pas toujours le même rythme dépendant du type d'équipements et de leur état **(figure 5)**. La cinétique d'augmentation du taux de défaillance après le point P **(figure 3)** dépend des conditions locales et de l'utilisation réelle du composant. Cette notion est caractérisée par une incertitude qu'il faut maîtriser. La notion d'indice de confiance IC **(figure 5)** a été développée par HEX pour adapter l'intervalle d'inspection en fonction de l'état de fonctionnement. Elle trouve tout son sens pour les équipements positionnés au-delà du point P. Cette approche basée sur 80 ans d'expérience intègre les paramètres suivants: contrôles effectués, mesures de diagnostic, révisions, suivi de l'exploitation, nombre d'heures de fonctionnement, de démarrages ou d'incidents.

Le **tableau de la figure 5** présente l'estimation de l'indice de confiance pour un alternateur fictif dont l'état de fonctionnement est passé au-delà du point P en utilisant la méthodologie développée par HEX. Pour cet alternateur, l'intervalle d'inspection devrait être réduit à 8 ans au lieu des 15 ans initialement prévus avant le point P.

Conclusions

Les enjeux financiers des futurs renouvellements de concessions se comptent en centaines de millions de francs. La transparence du concessionnaire sortant, qui explicite son jeu d'hypothèses concernant les durées d'utilité choisies pour ses actifs et met à disposition des éléments de preuve, permet au concédant de se forger un niveau raisonnable d'assurance que le prix qu'il paie pour reprendre un aménagement est juste par rapport aux avantages économiques et aux risques qu'il devra transférer aux futurs acteurs. Cela pourrait conduire à proposer une solution de partage des risques et opportunités en lien avec la fixation de l'indemnité équitable.

La détermination des durées d'utilité et les preuves de leur vraisemblance sont des notions qui embarquent un savoir-faire industriel important dans le domaine de l'optimisation des plans de maintenance et d'investissements. Il s'agit de connaissances sur l'état réel des installations, sur la stratégie de maintenance retenue après plus de 80 ans d'exploitation et sur des éléments qui permettent de rendre objectifs les risques et opportunités associés. Les concessionnaires présents et futurs ont tout à gagner afin de garantir une performance optimale en termes de coût, de risques et de disponibilités des actifs avant et après le renouvellement des concessions.

Références

[1] Message du Conseil d'État au Grand Conseil concernant la stratégie force hydraulique du Canton du Valais, 3 décembre 2015.
[2] John Moubray, «Reliability-centered Maintenance», British Library, ISBN 0 7506 3358 1, 1997.
[3] Nicolas Rouge, Olivier Bernard, Alexandre Bircher, «De la maintenance préventive à la Maintenance 4.0», Bulletin SEV/AES 9/2019, p. 27–30.
[4] «Using Condition Assessments and Risk-Based Economic Analyses», Hydropower Asset Management, Sept. 2006
[5] Aurélien Jordan, «Etat de santé des aménagements», fmpro service 4/2018.

Auteurs

Nicolas Rouge est asset manager à Alpiq Suisse SA.
→ Alpiq Suisse SA, 1001 Lausanne
→ nicolas.rouge@alpiq.com

Olivier Bernard est asset manager à Altis Groupe SA.
→ Altis Groupe SA, 1934 Le Châble
→ olivier.bernard@altis.swiss

Wertermittlung am Ende der Konzession

Heimfall | Bei der Erneuerung auslaufender Konzessionen geht es um Hunderte Millionen Franken. Die Verwaltung dieser «Nachfolge» regeln gesetzliche Grundlagen. Die Bemessung der vorhandenen Werte liegt jedoch im Ermessen von Konzessionsgebern und -nehmern. Dieser Artikel versucht, bestimmte Aspekte dieser Frage zu klären.

NICOLAS ROUGE, OLIVIER BERNARD

In den nächsten Jahrzehnten wird eine grosse Anzahl von Wasserkraftkonzessionen ablaufen **(Bild 1)**. Gemäss Artikel 67 des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (WRG) hat die verfügungsberechtigte Gemeinde beim Heimfall das Recht, die sogenannten «nassen» Anlageteile (Staumauer, Druckleitung, Turbine usw.) unentgeltlich sowie die Anlagen zur Erzeugung und zum Transport von Elektrizität («trockene» Teile wie Wechselstromgenerator, Transformator, Überwachungs- und Steuerungssysteme usw.) gegen Zahlung einer «angemessenen» Entschädigung zu übernehmen. Die Rückgabe von Konzessionen (Heimfall) stellt für die Gemeinwesen eine günstige Gelegenheit dar, ein industrielles Kulturerbe mit einem geschätzten Wert von 40 Milliarden CHF zu erwerben. Es steht viel auf dem Spiel: Die angemessene Höhe für Entschädigungszahlungen für Anlagen im Kanton Wallis wird auf 1,5 Milliarden Franken geschätzt.[1]

Auf Bundesebene (WRG) und in verschiedenen Kantonen, wie zum Beispiel im Wallis (kWRG), wurden Rechtsgrundlagen definiert, um die Abwicklung dieser «Erbfolgen» zu regeln. Einige der zu berücksichtigenden Faktoren liegen jedoch im Ermessen der Akteure, wozu insbesondere die Ermittlung der Werthaltigkeit bei Konzessionsende gehört. Mit diesem Artikel soll ein Beitrag zur Klärung der zur Diskussion stehenden Themen geleistet werden. Gleichzeitig wird eine Bewertungsmethodik vorgeschlagen, die über den rein finanziellen Ansatz hinausgeht. Auf diese Weise soll die Branchenkenntnis im Hinblick auf das Lebenszyklusmanagement dieser Assets im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung verbessert werden.

Nutzungsdauer

Die bestehenden Konzessionen regeln die Nutzung eines Rechtes auf Wasser, das einem oder mehreren industriellen Akteuren gewährt wird, die sich in Form einer Aktiengesellschaft zusammengeschlossen haben. Gemäss dem International Accounting Standard (IAS) Nr. 16 ist unter einem industriellen Asset eine Ressource zu verstehen, die von einem Unternehmen kontrolliert wird. Das Unternehmen muss den Wert in seiner Bilanz ausweisen. Hierzu wird das entsprechende Sachanlagenvermögen mittels Bilanzposition erfasst, wenn erwartet wird, dass die mit dem Asset verbundenen wirtschaftlichen Vorteile und Risiken dem Unternehmen zufliessen. In diesem Standard wird ausserdem festgelegt, dass Sachanlagen derart abzuschreiben sind, dass der Verbrauch des mit dem betreffenden Asset verbundenen wirtschaftlichen Nutzens durch das Unternehmen korrekt widerspiegelt wird. Zu diesem Zweck wird im IAS 16 das Konzept der Nutzungsdauer unter Berücksichtigung von drei Faktoren definiert: die vorausgesetzte und erwartete Nutzung des Assets, seine physische Abnutzung und seine technische Veralterung.

Sowohl in der Bundesgesetzgebung (Art. 67 Abs. 1a, WRG) als auch in deren kantonalem Pendant im Wallis (Art. 54 Abs. 2a, kWRG) wurde die Nutzungsdauer von komplett nassen Teilen auf die Dauer der Konzession begrenzt. Anderseits gibt es weder für «trockene Teile» (Art. 67 Abs. 1b WRG; Art. 54 Abs. 2b, kWRG), noch für Anlagen mit «nassen und trockenen» Teilen eine definierte Nutzungs- oder Einsatzdauer. Der Konzessionär hat bei der Übertragung dieser Anlagen Anspruch auf die Zahlung einer angemessenen

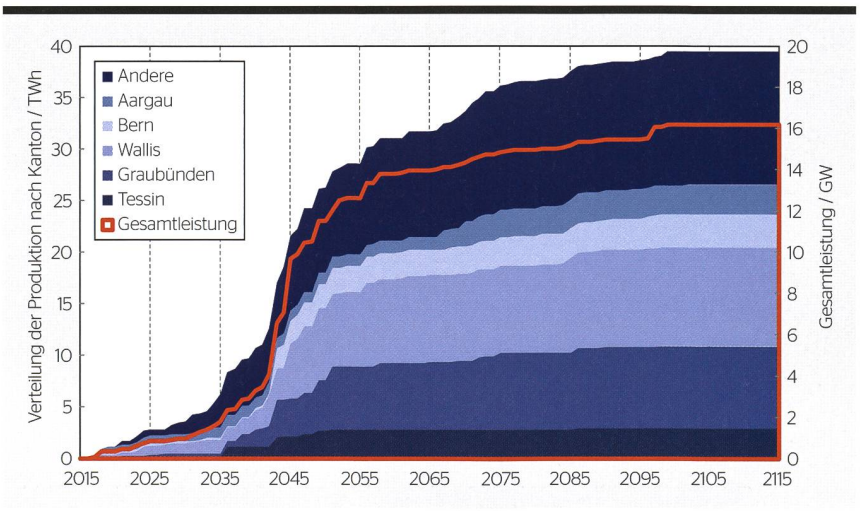


Bild 1 Entwicklung Konzessionsende von Wasserkraftanlagen in der Schweiz.

Bilder: Alpiq Suisse SA

Entschädigung. In Art. 56 Abs. 2 kWRG heisst es: «Die billige Entschädigung ist nach dem Sachwert zum Zeitpunkt des Heimfalls, das heisst nach dem Neuwert abzüglich der Wertverminderung für die der Lebensdauer dieser Anlagen entsprechende Abnutzung und technischen und wirtschaftlichen Altersentwertung zu berechnen.» Diese Definition wurde im Dezember 2015 durch den Walliser Staatsrat konkretisiert.[1] Diese Definition bezieht sich in keinerlei Weise auf die in den Bilanzen der Unternehmen ausgewiesenen Buchwerte.

Um zu verhindern, dass eine ungenügend instandgehaltene beziehungsweise störungsanfällige Anlage ihren wirtschaftlichen Wert verliert, hat der Gesetzgeber im Hinblick auf das Recht zur Rückgabe die folgende Verpflichtung auferlegt: «Die dem Recht auf Rückgabe unterliegenden Anlagen sind in betriebsbereitem Zustand zu halten» (Art. 67 Abs. 3 WRG; Art. 55 Abs. 1, kWRG).

Aufgrund dieser Bestimmungen erkennt der Gesetzgeber somit implizit an, dass die Zahlung einer gerechten Entschädigung mit künftigen wirtschaftlichen Vorteilen einhergeht, die über einen angemessenen Zeitraum gesichert werden sollen, ohne diese Regeln jedoch klar zu definieren. Um ihren gesetzlichen Verpflichtungen zur Instandhaltung nachzukommen, verfügen die Konzessionäre über Instandhaltungs- und Investitionspläne, die sich auf das Konzessionsende und die Zeit danach beziehen und in denen die entsprechenden betrieblichen Massnahmen festgehalten sind.

Das Heimfall-Vorgehen profitiert auf diese Weise von einem transparenten Ansatz. Der Konzessionär sollte seine Annahmen erläutern, um die Nutzungszeiten zu rechtfertigen, die er bei der Berechnung der Werthaltigkeit seiner Anlage gemäss den von ihm eingeführten Instandhaltungsstrategien zugrunde gelegt hat **(Bild 2)**. Der Konzessionsgeber sollte daraufhin seine Ressourcen nutzen, um die von dem Konzessionär vorgelegten Beweismittel zur Rechtfertigung seiner Annahmen zu analysieren. Nur so kann er

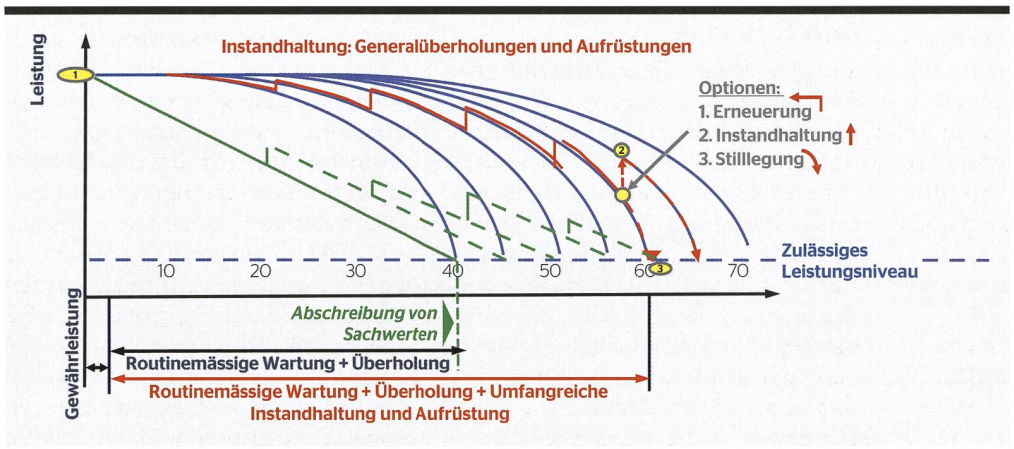


Bild 2 Auswirkung unterschiedlicher Instandhaltungsstrategien auf die Nutzungsdauer einer Anlage.

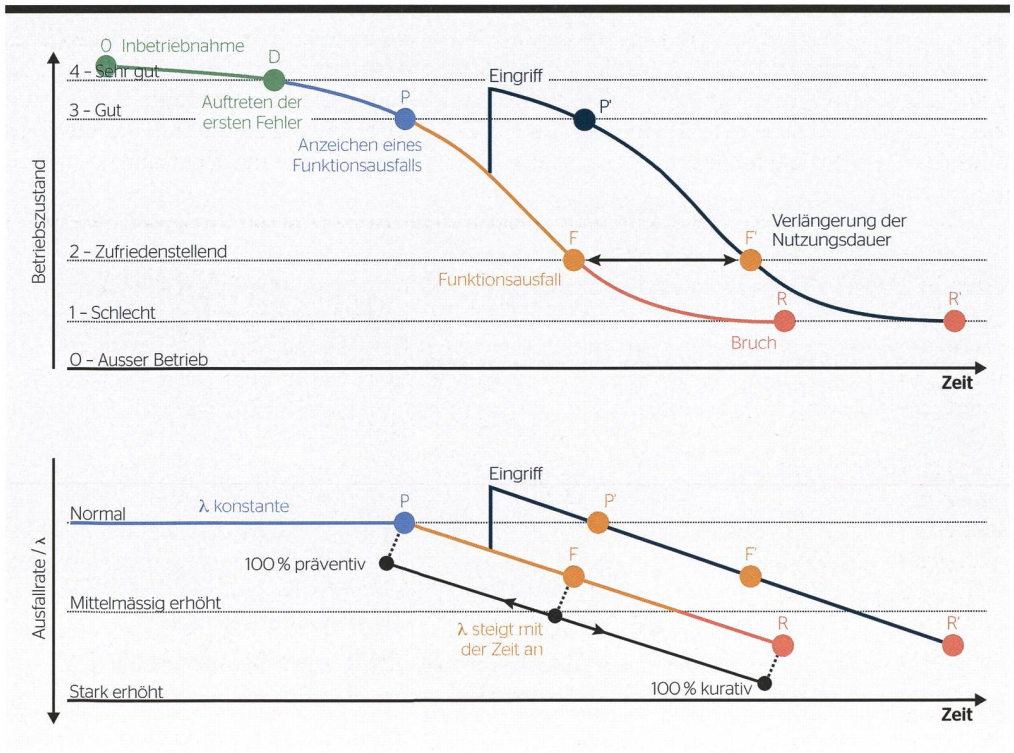


Bild 3 Definition der Betriebszustände einer Anlage.

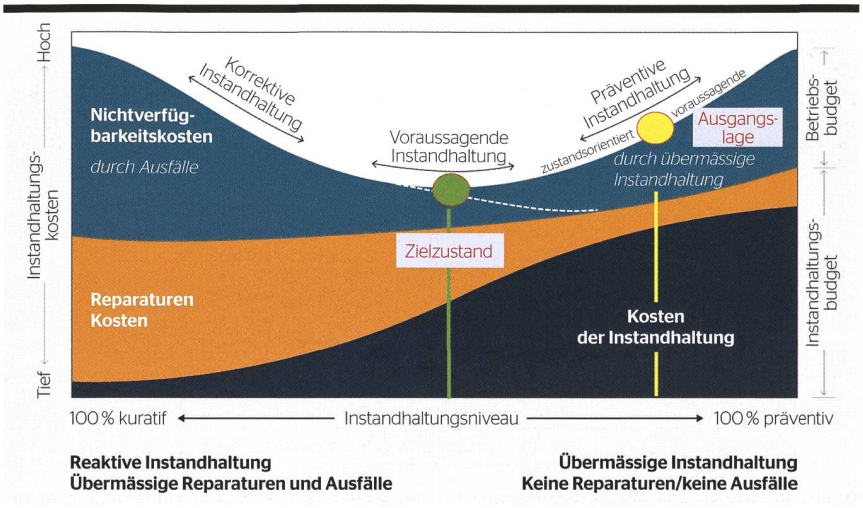


Bild 4 Ermittlung eines optimalen Instandhaltungsniveaus in Abhängigkeit von der gewählten Instandhaltungsstrategie.[3]

sicherstellen, dass er ein industrielles Asset zu einem angemessenen Preis erwirbt.

Betriebszustand, Risiken und Instandhaltungsstrategie

Der Konzessionär geht davon aus, dass die Funktionstüchtigkeit seiner Anlagen während ihrer gesamten Nutzungsdauer gewährleistet sein muss. Entscheidend ist, dass sich alle Beteiligten auf eine gemeinsame Definition des Begriffs «Funktionstüchtigkeit» einigen können. Dieser Zustand beschreibt die Fähigkeit eines Anlagenteils, die Funktion zu erfüllen, für die er konzipiert wurde. **Bild 3** veranschaulicht die verschiedenen für den Betrieb der Anlagen charakteristischen Punkte: die Inbetriebnahme (O), das Auftreten der ersten Fehler (D), das Auftreten der ersten Anzeichen eines Funktionsausfalls (P), ein Funktionsausfall (F) und ein Bruch (R). Die Nutzungsdauer reicht von der Inbetriebnahme bis zum Funktionsausfall.

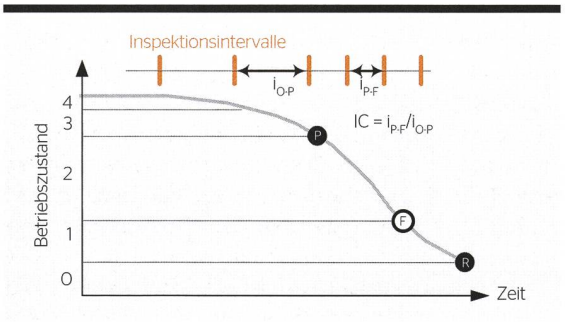


Bild 5 Definition Vertrauensindex und Beispiel.

Fiktiver Wechselstromgenerator Inspektionsintervall O - P = 15 Jahre Betriebszustand, Überschreitung von P	**IC**	**Minimum**
Angenommene Nutzung		**0,90**
In Verbindung mit den Betriebszyklen	0,94	
In Verbindung mit der Art des Anlaufs	1	
In Verbindung mit der Wirklastschwankung	0,9	
In Verbindung mit der reaktiven Last	0,9	
In Verbindung mit dem Index der thermischen Reserve	1	
Physische Abnutzung		**0,60**
In Verbindung mit dem Spannungspegel	0,6	
In Verbindung mit den aus der Historie gewonnenen Erkenntnissen zu den Schwachstellen	1	
In Verbindung mit dem Verunreinigungsgrad	1	
Technische Veralterung		1
In Verbindung mit den konstruktionstechnischen Aspekten	1	
Vertrauensindex (setzt sich aus 3 Kriterien zusammen)		**0,54**

Der einwandfreie Betriebszustand ist nicht mehr gewährleistet, sobald ein Funktionsausfall (F) auftritt. Dieser Ausfall unterscheidet sich von einem Bruch (R). Der Funktionsausfall wird als der Zeitpunkt bezeichnet, an dem eine Funktion nicht mehr mit der erforderlichen Zuverlässigkeit ausgeführt werden kann. Das mit dem Ausfall der Funktion verbundene Risiko ist für das Unternehmen nicht mehr tragbar. Folglich ist es am Ende der Konzession oder auch in den ersten darauffolgenden Jahren nicht zulässig, dass eine Anlage über eine Ausrüstung verfügt, die sich in einem «schlechten» Zustand oder in einem Zustand befindet, der «keinen Betrieb» mehr zulässt. Lediglich die Zustandsbewertungen «Sehr gut» bis «Zufriedenstellend» sind zulässig.

Punkt P auf der Abnutzungskurve **(Bild 3)** teilt die Nutzungsdauer der Ausrüstung in zwei Kategorien: In der ersten Kategorie (O-P) ist die Ausfallrate λ konstant und in der zweiten steigt die Ausfallrate λ mit der Zeit aufgrund einer beschleunigten Alterung an. Die Phase P-F steht für eine Eigenschaft eines Ausrüstungsteils, die nach der Theorie der zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung definiert ist.[2] Dies ist der Zeitraum, der dem Eigentümer zur Verfügung steht, um bei ersten Anzeichen eines Funktionsausfalls zu reagieren.

Ausgehend von diesen Begriffen definiert sich die Nutzungsdauer eines Ausrüstungsteils durch die Position von Punkt F im Intervall zwischen Punkt P und Bruch R. Diese Position steht in direktem Zusammenhang mit der für die Ausrüstung gewählten Instandhaltungsstrategie. Bei einer eher defensiven Wartungsstrategie wartet man tendenziell auf eine Panne, bevor man sich dazu entschliesst, ein neues Gerät anzuschaffen. Anderseits kann sich das Unternehmen dafür entscheiden, das Risiko stark zu begrenzen, indem es sich für eine «Hyper»-Strategie der präventiven Instandhaltung entscheidet (F sehr nahe bei P). In den meisten Fällen entscheidet sich der Eigentümer für Zwischenstrategien, die auf der Kenntnis und Überwachung des Betriebszustandes der Ausrüstung basieren. Die Positionierung von F entspricht einem akzeptablen Gleichgewicht zwischen der Verringerung der geplanten Instandhaltungs-

kosten aufgrund der verlängerten Lebensdauer zwischen P und F und des erhöhten Risikos von Zusatzkosten, die mit der Annäherung an den Punkt F des Bruchs R verbunden sind (**Bild 4**). Den Eigentümern stehen Methoden und Werkzeuge zur Verfügung, um die Positionierung von F anhand von leistungsbasierten Instandhaltungsansätzen zu definieren.[3] Durch derartige Praktiken zur Optimierung von Wartungs- und Investitionsplänen, die von der ISO-Norm 55001:2014 vorgegeben sind, können die derzeitigen Konzessionäre den grösstmöglichen wirtschaftlichen Nutzen aus den bestehenden Anlagen ziehen und dabei gleichzeitig die Kosten und die Entwicklung der damit verbundenen Risiken kontrollieren.

Die mögliche Auswirkung eines Eingriffs auf die Entwicklung des Zustands einer Komponente und ihrer Nutzungsdauer ist ebenfalls in **Bild 3** dargestellt. Die ursprüngliche Nutzungsdauer des Anlageteils wird üblicherweise durch den Punkt F begrenzt. In diesem Fall sind die Kosten des Eingriffs, der die Nutzungsdauer von F auf F' verlängert, als Investition zu betrachten, denn dadurch kann das Unternehmen wirtschaftliche Vorteile erzielen, muss jedoch die Risiken über einen längeren als den ursprünglichen Zeitraum beherrschen.

Wechselstromgenerator Gruppe Nr. 2 – Salanfe SA (2 Gruppen mit 35 MW) Inbetriebnahme 1950, Sanierung 2010 Nutzungsdauer: 50 Jahre seit der letzten Sanierung	Spulen	Magnet-kreis	Polspulen	Polkörper	Polrad	Welle/ Zubehör/ Schrauben	**Mittelwert**
Angenommene Nutzung							**10**
Betriebsbeschränkung	10	10	10	10	10	10	
Betriebsbereitschaft / Zuverlässigkeit	10	10	10	10	10	10	
Temperatur / Erfassung der Betriebsstunden	10	10					
Elektrische Prüfung		10	10				
Physische Abnutzung							**8,45**
Instandhaltung	10	10	10	10	7	7	
Lebensdauer gemäss Liste	8,7	9,1	8,7	9	1	2,2	
Sichtprüfung	10				7	7	
Zerstörungsfreie Prüfung	10	10	10	9		7	
Sonstige (Berechnung der Ermüdungsfestigkeit ...)			10	10	10	10	
Technische Veralterung			10				**7,75**
Ersatzteile	10		10				
«Spulen»-Technik	10	10		4	4	4	
Gesundheitszustand 2020 (Minimalwert der Kriterien):							**7,75**

Pumpe Nr. 2 (MPO) – Pumpstation Cleuson (4 Gruppen mit 1,03 MW) Inbetriebnahme 1948 Nutzungsdauer: 50 Jahre	90-Polrad	91-Rad-Kupplung	92-Wellen-dichtung	93-Hydrau-likdichtung	94-Wasser-reservoir		**Mittelwert**
Angenommene Nutzung							**10**
Betriebsbeschränkung	10	10	10	10	10		
Betriebsbereitschaft / Zuverlässigkeit	10	10	10	10	10		
Temperatur / Erfassung der Betriebsstunden							
Prüfung							
Physische Abnutzung							**6,09**
Instandhaltung	7	7	7	7	7		
Alter	1	1	8,3	8,3	1		
Sichtprüfung	7	7	7	7	7		
Zerstörungsfreie Prüfung	7	7					
Sonstige (Berechnung der Ermüdungsfestigkeit ...)							
Technische Veralterung							**6,00**
Ersatzteile	4	7	7	10			
Technik	4	4	4	10	4		
Gesundheitszustand 2020 (Minimalwert der Kriterien):							**6,00**

Tabelle 1 Zwei Beispiele zur Bestimmung des Zustands von Anlagenteilen im Jahr 2020, nach HEX.

Beweismittel für den Zustand der Anlagen

Die Annahmen des Konzessionärs müssen durch entsprechende Beweismittel plausibel gemacht werden. Durch die Transparenz der Vorgehensweise des Konzessionärs in Bezug auf seine Annahmen sollte der Konzessionsgeber ein gewisses Mass an «hinreichender Gewissheit» erhalten, dass die von ihm zu bezahlende, gerechte Entschädigung in einem angemessenen Verhältnis zu den künftigen wirtschaftlichen Vorteilen steht, die er möglicherweise erhalten wird, und dass die Höhe der damit verbundenen Risiken vertretbar ist. Als Beweismittel könnten herangezogen werden:

- Berichte über Instandhaltungsaktivitäten, die in EDV-gestützten Instandhaltungssystemen erfasst werden. Auf diese Weise lässt sich die Historie der geleisteten Arbeit nachvollziehen;
- Indikatoren zum Betriebszustand und zum Vertrauensindex (siehe unten);
- Historie der Ausfälle und Pannen von Ausrüstungsteilen. Die Berücksichtigung dieser Elemente ermöglicht, zuverlässige Betriebsparameter für ein Asset zu bestimmen. Anhand dieser Parameter kann die Plausibilität der Annahmen überprüft werden.

Indikatoren zum Betriebszustand

Um den Betriebszustand von unterschiedlichen Anlagen zu charakterisieren, wurden mehrere Methoden entwickelt. Anhand der ersten [4] lässt sich der Gesundheitszustand eines Ausrüstungsteils beurteilen. Sie wurden von Hydro Exploitation SA (im Folgenden als HEX bezeichnet) und Alpiq SA [5] entsprechend angepasst und werden in der Schweiz seit über zehn Jahren angewandt. Die Entwicklung der Zustandsindikatoren ist ein wichtiges Beweismittel, um zu prüfen, ob die Annahmen zur Nutzungsdauer plausibel sind.

Der vorliegende Artikel verwendet die in **Bild 3** vorgestellte fünfstufige Skala zur Bewertung des Betriebszustands. Diese Skala bietet den Vorteil, dass sie Grenzwerte zur Bewertung des Zustands vorschlägt, die bezogen auf den Lebenszyklus einer Anlage eine physische Bedeutung haben. Die Methodik deckt alle drei Aspekte der Nutzungsdauer ab: die funktionelle Nutzung, die physische Abnutzung und die technische Veralterung.

Im ersten Beispiel geht es um den Wechselstromgenerator der Gruppe Nr. 2 im Kraftwerk Miéville. **Tabelle 1** enthält die nach der Methodik von HEX berechneten Werte für den Zustand der verschiedenen Ausrüstungsteile dieses Generators auf einer Skala von 1 (schlechter Zustand) bis 10 (ausgezeichneter Zustand). Das Ergebnis veranschaulicht, dass dieser Wechselstromgenerator vollkommen betriebsbereit ist und dass einige der verwendeten Technologien möglicherweise

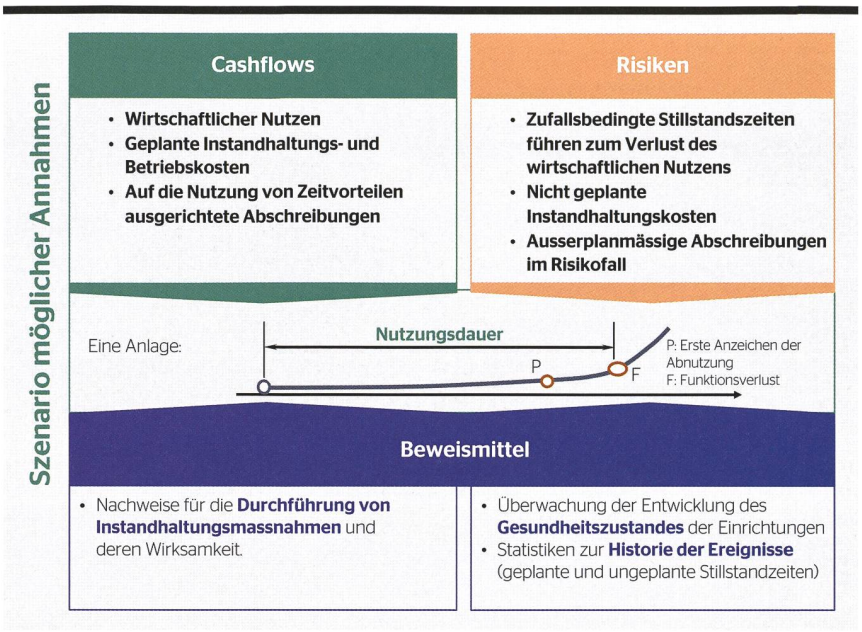


Bild 6 Aufstellung verschiedener Elemente von Annahmen und Beweismitteln.

irgendwann veraltet sein werden. Die physische Abnutzung der Anlage hat zwar eingesetzt, ihre Funktionalität ist dadurch aber nicht in Frage gestellt. Der allgemeine Zustand entspricht dem Wert 7,75. Auf einer Skala von Stufe 1–5 erhält der Wechselstromgenerator die Bewertung 3 für einen guten Betriebszustand. Punkt P ist noch nicht erreicht. Die Annahme einer Nutzungsdauer von 50 Jahren ab der letzten Sanierung ist daher nachvollziehbar.

Im zweiten Beispiel geht es um die Pumpe Nr. 2 in der Pumpstation Cleuson. Obwohl die Pumpe als nasse Komponente der Anlage betrachtet wird, muss der künftige Konzessionär bei Wiederinbetriebnahme der Anlage in der Lage sein, die Veralterung dieser Ausrüstungsteile zu beurteilen. Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, befindet sich diese Pumpe dank der sorgfältigen Wartung seit der Inbetriebnahme trotz ihres Alters in einem zufriedenstellenden Zustand (2). Die Funktionstüchtigkeit war und ist stets gewährleistet. Punkt P ist erreicht. Die Revision der Pumpen sowie der Saug- und Druckventile wird mit einer angepassten Revisionshäufigkeit bis zum Ablauf der Konzession fortgesetzt. Die Steuerung wird ersetzt, um den Pumpenrücklaufschutz zu verbessern (begrenzendes Element). Der Vertrauensindex für die Aufrechterhaltung des Pumpenbetriebs ist wichtig für den Lebenszyklus dieser Anlage.

Vertrauensindex

Der Betriebszustand von Ausrüstungen wird im Allgemeinen alle drei bis fünf Jahre neu bewertet. Umfangreiche Inspektionsarbeiten finden jedoch nicht immer im gleichen Rhythmus statt. Dies hängt von der Art und dem Zustand der Ausrüstung ab **(Bild 5)**. Der Anstieg der Ausfallrate nach Erreichen des Punktes P **(Bild 3)** hängt von den jeweiligen Gegebenheiten und dem tatsächlichen Einsatz der Komponente ab. Der Verlauf der Ausfallrate ist von einer Unsicherheit geprägt, die es zu beachten gilt. Der Begriff «Vertrauensindex IC» **(Bild 5)** wurde von HEX entwickelt, um das Inspektionsintervall an die Betriebsbedingungen anzupassen. Er empfiehlt sich für Ausrüstungsteile, die Punkt P bereits überschritten haben. Dieser Ansatz, der auf einer 80-jährigen Erfahrung beruht, umfasst folgende Parameter: durchgeführte Kontrollen, diagnostische Messungen, Instandsetzungen, Überwachung des Betriebs, Anzahl Betriebsstunden, Anzahl Starts beziehungsweise Anzahl Störungen.

Bild 5 zeigt die Bewertung des Vertrauensindex für einen fiktiven Wechselstromgenerator, dessen Betriebszustand gemäss der von HEX entwickelten Methodik den Punkt P bereits überschritten hat. Für diesen Wechselstromgenerator sollte das Inspektionsintervall auf 8 anstelle der ursprünglich vorgesehenen 15 Jahre (vor Erreichen von Punkt P) verkürzt werden.

Aktuelle und künftige Konzessionäre profitieren

Die zur Diskussion stehenden finanziellen Beträge im Zusammenhang mit den Konzessionserneuerungen belaufen sich auf Hunderte Millionen Franken. Die Transparenz des Konzessionärs, der seine Annahmen über die gewählte Nutzungsdauer seiner Anlagen darlegt und Beweismittel zur Verfügung stellt, gibt dem Konzessionsgeber hinreichende Sicherheit, dass der Preis, den er für die Übernahme einer Anlage zahlt, angemessen ist im Verhältnis zu den wirtschaftlichen Vorteilen und Risiken. Damit könnte eine Lösung bezüglich einer Aufteilung von Risiken und Chancen im Zusammenhang mit der Festlegung einer gerechten Entschädigung gefunden werden.

Mit Hilfe der Bestimmung der Nutzungsdauer und des Nachweises ihrer Plausibilität lässt sich wichtiges industrielles Know-how auf dem Gebiet der Instandhaltung und der Optimierung von Instandhaltungs- und Investitionsplänen gewinnen. Dazu gehören die Kenntnis des tatsächlichen Zustands der Anlagen nach über 80 Jahren Betrieb und die gewählte Instandhaltungsstrategie sowie Faktoren, die es ermöglichen, die damit verbundenen Risiken und Chancen objektiv zu bewerten. Gegenwärtige und künftige Konzessionäre profitieren gleichermassen von den Vorteilen, die sich aus einem optimalen Gleichgewicht von Kosten, Risiken und Verfügbarkeit vor und nach der Erneuerung der Konzession ergeben.

Referenzen

[1] Mitteilung des Staatsrates an den Grossen Rat über die Wasserkraftstrategie im Kanton Wallis, 3. Dezember 2015.
[2] John Moubray, «Reliability-centered Maintenance», British Library, ISBN 0 7506 3358 1, 1997.
[3] Nicolas Rouge, Olivier Bernard, Andreas Bircher, «De la maintenance préventive à la Maintenance 4.0», Bulletin SEV/VSE 9/2019, S. 27–30.
[4] «Using Condition Assessments and Risk-Based Economic Analyses», Hydropower Asset Management, September 2006.
[5] Aurélien Jordan, «Etat de santé des aménagements», fmpro service 4/2018.

Autoren

Nicolas Rouge ist Asset Manager bei Alpiq Suisse SA.
→ Alpiq Suisse SA, 1001 Lausanne
→ nicolas.rouge@alpiq.com

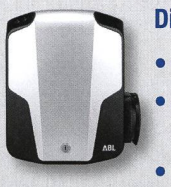
Olivier Bernard ist Asset Manager bei Altis Groupe SA.
→ Altis Groupe SA, 1934 Le Châble
→ olivier.bernard@altis.swiss

ABL

Plug & Charge

Die unkomplizierte Lösung für ihr Zuhause

Alle Ladestationen haben einen FI Typ A und die DC-Fehlerstromerkennung bereits integriert.



Die kleine, smarte für Ihr Zuhause

- **Wallbox eMH1 mit 11 oder 22 kW**
- **Erhältlich mit Ladekabel oder Ladedose**
- **Anbindung an ein Lastmanagement optional möglich**

Double Power, wenn die Leistung zählt

- **Wallbox eMH3 mit 22 oder 44 kW**
- **Erhältlich mit 2× Typ 2 Ladedose**
- **Zugang via RFID-Karte**

Mehr Informationen finden Sie in unserem Flyer.

demelectric

Generalvertretung für die Schweiz:

Demelectric AG • Steinhaldenstrasse 26 • 8954 Geroldswil
Telefon +41 43 455 44 00 • Fax +41 43 455 44 11
info@demelectric.ch • www.demelectric.ch

Bezug über den Grossisten. Verlangen Sie unsere Dokumentation.

Einfach. Mehr.

Das beste Gesamtpaket.

Alles aus einer Hand und mit neun Niederlassungen immer in Ihrer Nähe. Das ist das beste Gesamtpaket der Elektrobranche.

Jetzt mehr erfahren: **elektro-material.ch**

EM
Einfach.Mehr.