

LEBENSZYKLUS ALTER WASSERKRAFTWERKE

Christof SUMEREDER¹, Uwe TRATTNIG¹

Generation 90+

Mit der Elektrifizierung begann man in Europa unmittelbar nach der erfolgreichen Inbetriebnahme der ersten Kraftwerke in Amerika Ende des 19. Jahrhunderts. Als Vorreiter dieser neuen Technologie kann Österreich stolz auf seine Wasserkraftwerksprojekte zu Beginn des 20. Jahrhunderts zurückblicken, die sicherlich auch zur Geburtsstunde der erneuerbaren elektrischen Energieerzeugung zu zählen ist. Die Entwicklung in den folgenden Jahrzehnten ist rapide fortgeschritten und die installierte Kraftwerksleistung mit dem Bedarf an elektrischer Energie enorm angestiegen. Die meisten Kraftwerksstandorte sind auch heute noch vorhanden, wenngleich bei vielen Kraftwerken aufgrund von technischen aber auch wirtschaftlichen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen Revitalisierungen, Modernisierungen oder ein Ausbau notwendig waren. In diesem Beitrag sollen zwei Kraftwerke der Generation 90+ vorgestellt werden, wobei eines heute noch so gut wie im Originalzustand betrieben wird und eines heute einer umfassenden Modernisierung unterzogen wurde. Anhand dieser Beispiele soll aufgezeigt werden, wie sich die Auslegung, die Betriebsart und das Instandhaltungsmanagement auf die Lebensdauer auswirkt.

Entwicklung und Einflussfaktoren

Zu Beginn der Elektrifizierung erfolgte die Dimensionierung bzw. Auslegung elektrischer Maschinen auf Basis experimenteller Entwicklung. Es wurden sehr viele natürliche Isolierstoffe eingesetzt, die im Vergleich zu modernen Systemen sehr inhomogene Materialstrukturen aufwiesen. Um trotzdem einen sicheren Betrieb zu gewährleisten hat man die Systeme überdimensioniert, womit mehrere Vorteile erreicht wurden: neben der erforderlichen elektrischen Festigkeit wiesen diese Systeme auch gute thermische und mechanische Eigenschaften auf, die sich positiv auf den Betrieb und die Lebensdauer auswirkten. Nachdem Richtlinien für die Auslegung von Maschinen auf Basis der damals vorhandenen Betriebserfahrungen ausgearbeitet wurden, entstanden daraus Dimensionierungsrichtlinien, Formeln und Tabellenwerken, die als Regeln der Technik niedergeschrieben wurden. Mit der Einführung numerischer Berechnungsprogramme war der Weg zur modernen multiphysikalischen Berechnung im virtuellen Raum geebnet. In Zeiten einer weltweiten digitalen Vernetzung (Stichwort Industrie 4.0) sind sämtliche verfügbaren Werkstoffe bzw. Isolationssysteme in Datenbanken eingepflegt und stehen für die Entwicklung von 3D Modellen zur Verfügung.

Vergleicht man ein Betriebsmittel der ersten Generation mit einem heutigen nach modernstem Standard entworfenen, so stehen zuerst folgende Aspekte im Vordergrund: höheres Leistungsvolumen, besserer Wirkungsgrad, geringerer Platzbedarf, geringerer Instandhaltungsaufwand und letztlich die Herstellungskosten. Geht man einen Schritt weiter und hinterfragt weitere Faktoren wie Lebensdauer, Betriebsart, Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit, so öffnet sich ein neuer Blickwinkel und speziell ob und wie diese Faktoren zusammenspielen? Die Bedeutung der Anschaffungskosten nehmen mit zunehmender Betriebsdauer ab hingegen die Kosten des Betriebs können sich schnell negativ auf die Kostenbeurteilung auswirken.

Fallbeispiele

Im Rahmen von Revitalisierungs- bzw. Revisionsmaßnahmen an Wasserkraftwerken erfolgten diagnostischen Untersuchungen an unterschiedlichen Generatortypen, die in einem Fall auch seitens der Behörde für die Erteilung der Betriebsstättengenehmigung vorgeschrieben waren. Im diesem Fall handelt es sich um ein Tagesspeicherkraftwerk Baujahr 1922-1924, das mit 2 Maschinensätzen in Betrieb ging. 1956 erfolgte die Erweiterung um einen weiteren Maschinensatz. In den 1960er Jahren erfolgte eine Neuwicklung eines Stators der beiden alten Maschinen, sodass die älteste Wicklung ein Alter von 59 Jahren mit 466.000 Betriebsstunden aufweist.

¹ FH Joanneum - University of Applied Sciences, Institut Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement, Werk-VI-Straße 46, 8605 Kapfenberg, www.fh-joanneum.at, {Tel.: +43 316 5453-6359, christof.sumereder@fh-joanneum.at}, {Tel.: +43 316 5453-6333, uwe.trattnig@fh-joanneum.at}

Das zweite Kraftwerk steht an einem mittelgroßen Fluss und wurde gar bereits in der Monarchie im Jahre 1911 in Betrieb genommen, weist daher 107 Betriebsjahre auf und befindet sich so gut wie im Originalzustand, Aufzeichnungen über die gesamt geleisteten Betriebsstunden sind nicht vorhanden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es aufgrund des Typs Laufkraftwerk in den ersten Jahrzehnten eine hohe Jahresauslastung aufwies. Heute wird es nur mehr im Bedarfsfall bei gutem Wasserdargebot betrieben. An diesem Generator ist es zum Ausfall einer Spulengruppe im Stator gekommen und es war die Entscheidung zu treffen, ob sich die Reparatur wirtschaftlich rechnet. Den Betreibern liegen keine Informationen über die eingesetzten Isolierstoffsysteme oder konstruktiven Ausführungsdetails vor.

Es erfolgten daher diagnostische Untersuchungen sowie eine Spannungsprüfung bei verminderter Prüfspannung, um das gealterte Isolationssystem nicht durch den Prüfvorgang zu beschädigen. Im Rahmen der Messung erfolgte eine Feststellung des Isolationswiderstands, des Verlustfaktors sowie der Teilentladungen als auch eine visuelle Inspektion am Stator und Rotor. Das Ergebnis der Diagnosemessungen wies eine entsprechend gute Isolationsfestigkeit auf, sodass die Maschinen wieder in Betrieb gehen konnten bzw. die Reparaturarbeiten der defekten Spulengruppe beauftragt wurden.

Lebenszyklus

Anhand der genannten Praxisfälle wird gezeigt, dass sich der Betrieb alter Wasserkraftwerke auch in Zeiten eines liberalisierten Energiemarkts und der momentan prekären Energiepreissituation rechnet. Durch die damalige Auslegung der Kraftwerke und den behutsamen Betrieb dieser ist ein entsprechend guter Zustand trotz mehrerer 100.000 Betriebsstunden gegeben. Durch begleitende bautechnische Maßnahmen konnten im Fall des Tagesspeicherkraftwerks sogar eine Leistungserhöhung von 30% bzw. eine Steigerung des Energieertrags um 17% erreicht werden.

Für Wasserkraftwerke der Generation 90+ kann daher ausgegangen werden, dass der Lebenszyklus heute und auch noch nicht in absehbarer Zeit abgeschlossen ist. Als wesentlicher Faktor haben sich die Auslastung und die Betriebsart der Maschinen erwiesen, da diese beiden Faktoren einen bedeutenden Einfluss auf die Alterung und damit Zuverlässigkeit des Gesamtsystems haben.