

Der Leuchtturm Roter Sand – Grenzen der Erhaltung und Alternativen

Dr. Frauke König, WS13, Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Einleitung

Seit über 130 Jahre steht das erste Offshore-Bauwerk der Welt, der Leuchtturm Roter Sand, in der Deutschen Bucht bei Weser-km 113, zwischen Helgoland und Bremerhaven. Das Bauwerksalter, morphologische Veränderungen und der Klimawandel setzen dem historischen Bauwerk zu und stellen Pflege und den Erhalt des Denkmals inzwischen zunehmend vor Probleme. Die „Erhaltungspflicht“ stößt langfristig an unüberwindbare Grenzen. Verschiedene Erhaltungsmöglichkeiten und Alternativen wurden untersucht und werden aktuell diskutiert. Dabei werden unter anderem ein teilweiser Erhalt oder auch der Erhalt an anderer Stelle in Erwägung gezogen, damit der Rote Sand für die Nachwelt nicht verloren geht.

Historie

Der Leuchtturm „Roter Sand“ (LT RS) wurde in den Jahren 1882 bis 1885 auf einer Sandbank der Außenweser 48 km nordwestlich von Bremerhaven und 11 km nordöstlich der Insel Wangerooge errichtet. Das Bauwerk lässt sich in die folgenden drei Bauteile gliedern: Caisson, Turmsockel und Turmoberteil. Insgesamt misst das Bauwerk ca. 52,50 m Höhe, wobei die Turmspitze bei Niedrigwasser ca. 31m aus dem Meer herausragt. (GMG 2019). Nach dem Bau des in unmittelbarer Nähe stehenden Leuchtfeuers Alte Weser 1964 ist der LT RS unbesetzt und hat mehr und mehr seine Bedeutung verloren, das Feuer (Nachlicht) wurde 1986 ganz gelöscht. Der LT RS hat keine offizielle Funktion mehr, er ist aktuell nur noch ein Tagessichtzeichen (vgl. Abbildung 1). Der LT RS wurde 1982 als Einzelbaudenkmal gemäß § 3 Abs. 2 DSchG ND wegen seiner geschichtlichen Bedeutung aufgrund des Zeugnis- und Schauwertes für Wirtschafts- und Technikgeschichte unter Denkmalschutz gestellt.

Im Jahr 1987 fand die letzte größere Grundinstandsetzung inkl. Sicherungsarbeiten am unter Wasser liegenden Turmsockel statt. Seit 1987 ist die Deutsche Stiftung Denkmalschutz Besitzerin des LT RS, Eigentümerin ist der Bund. Es wurde eine nichtrechtsfähige „Stiftung Leuchtturm Roter Sand“ in der Verwaltung der Deutschen Stiftung Denkmalschutz gegründet, die allein den Stiftungszweck verfolgt, den LT RS „als Baudenkmal instand zu halten, zu pflegen, vor Gefährdung zu schützen und, wenn nötig, instand zu setzen.“ (Satzung der Stiftung Leuchtturm „Roter Sand“, 2018). Der Turm und insbesondere das Turminnere wurden seit der Übernahme durch die Stiftung und den Förderverein „Rettet den LT Roter Sand“ teilweise saniert und für Touristen zugänglich gemacht. Die letzte jährliche Notinstandsetzung und Inspektion fand im Jahr 2018 statt und konnte seitdem aus logistischen Gründen nicht mehr durchgeführt werden.

Im Jahr 2011 bewertet Prof. Dr.-Ing. H. Nasner die Peiluntersuchungen des Meeresbodens, die im Zeitraum der Jahre 1992 bis 2010 erstellt wurden, hinsichtlich der Standsicherheit der Turmgründung. Im Ergebnis wurde die steil geneigte Kolkböschung nördlich des Turmfußes als nicht dauerhaft standsicher eingestuft. Darauf basierend plante die IMS Ingenieurgesellschaft mbH die

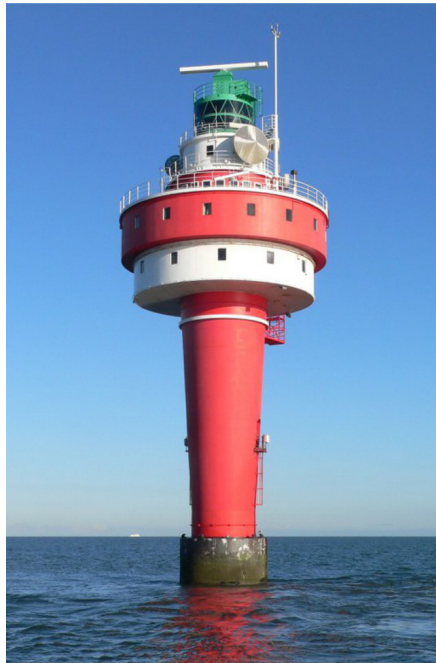
Ausführung der Kolksicherung, die jedoch aufgrund fehlender finanzieller Mittel nicht ausgeführt wurde (GWT-TUD GmbH 2019).

Leuchtturm Roter Sand



Standort	34 39 674 59 69 513 Weser-km rd. 113
Baujahr	1885
Wassertiefe	rd. NN -7,2 m
Gründung	stählerner Senkkasten mittels Druckluft bis auf ca. NN - 24m abgesenkt
Bauwerkshöhe	rd. NN 25m
Funktion	Keine verkehrsregelnde oder verkehrsordnende Funktion mehr
Ausstattung	Unterbringungsmöglichkeit für mehrere Personen

Leuchtturm Alte Weser



Standort	34 42 674 59 70 610 (GK) Weser-km rd. 114,87
Baujahr	1961/64
Wassertiefe	rd. NN -11 m
Gründung	auf NN -22m, Brunnenkörper Ø 15m, Höhe 11m, darüber zylindrischer Schaft Ø 6,5m
Bauwerkshöhe	rd. NN 40m
Funktion	Orientierungs- und Quermarkenfeuer für das Neue Weser Fahrwasser, Leitfeuer für das Alte Weser Fahrwasser, Antennenträger
Ausstattung	Radaranlage, Richtfunkantennen, Sichtweitenmessgerät, Pegel, Wasserstandsdatenfernübertragung, Windmessanlage, Notstromanlage, 2 Kräne, Fahrgerüst, Unterbringungsmöglichkeit für mehrere Personen.

Abbildung 1: Leuchtturm Roter Sand (links) und Leuchtturm Alte Weser (rechts) mit Eckdaten. Quelle: Beide Bilder Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Weser-Jade-Nordsee

Untersuchungen zur Standsicherheit und Sanierungsvarianten

Die Standsicherheit des Bauwerks ist durch morphologische Veränderungen im Nahbereich des LT (Nord-nord-westlich gelegener Kolk mit steiler Böschungsneigung), das Bauwerksalter sowie veränderten Bedingungen infolge des Klimawandels (Zunahme von Sturmfluten und Anstieg des

Meeresspiegels) langfristig bedroht und ohne weitere Sicherungsmaßnahmen als nicht sicher einzustufen. Zur quantitativen und qualitativen Erfassung der Standsicherheit, der Bauwerkschäden und zur Beurteilung möglicher Sanierungsvarianten unter Berücksichtigung der veränderten Bedingungen wurde im Auftrag der Deutschen Stiftung Denkmalschutz von der GMG Ingenieurgesellschaft mbH Dresden ein Gutachten erstellt (BAW 2019, GMG, 2019; GWT-TUD GmbH, 2019).

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Stahlkonstruktion im Wesentlichen in einem passablen Zustand ist, jedoch lokal starke Korrosionsschäden und entsprechenden Ertüchtigungsbedarf aufweist. Der Zustand des Beschichtungssystems im Unterwasserbereich ist gegenwärtig unbekannt. Im Anstrich des Turmoberteils ist PCAB und Blei enthalten, wodurch eine Überbeschichtung ausgeschlossen ist. Die Korrosionsschutzarbeiten müssen daher unter Anwendung der geltenden Richtlinien für Arbeiten mit Gefahrenstoffen mit besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und Beschäftigten erfolgen. Dies erscheint insbesondere für Arbeiten in größerem Umfang, z.B. bei einer Vollerneuerung (Einhausung notwendig) und bei Berücksichtigung der Lage des LT Roter Sand im Nationalpark Wattenmeer und der Exposition als kaum umsetzbar. (BAW, 2019)

Die zukünftig anzunehmende maximale Wellenbelastung des LT RS beträgt rund das Dreifache der bauzeitlich angesetzten Belastung. Für die zukünftig anzunehmenden erhöhten Belastungen und eine schadfreie Annahme der Einwirkungen aus schwerer und schwerster See sind sowohl Verstärkungen des LT als auch eine Aktivierung der Einbindung in den Meeresboden notwendig. Da der Zustand der Bauteile des Caissons über- und unterhalb des Meeresbodens nicht ausreichend bekannt und feststellbar ist, kann der Umfang der Lasten, die aufgenommen werden können, und die daraus resultierenden notwendigen Verstärkungen nicht exakt bestimmt werden.

Aufgrund der morphologischen Veränderungen ist für die langfristige Standsicherheit eine Kolk-sicherung notwendig (vgl. Abbildung 2). Hierzu wurde bereits im Jahr 2013 eine Sicherung mit geotextilen Sandcontainern für ca. 2 Mio. € empfohlen. Der Bedarf und die Art der Sohlsicherung werden im aktuellen Gutachten bestätigt. (GWT-TUD, 2019)

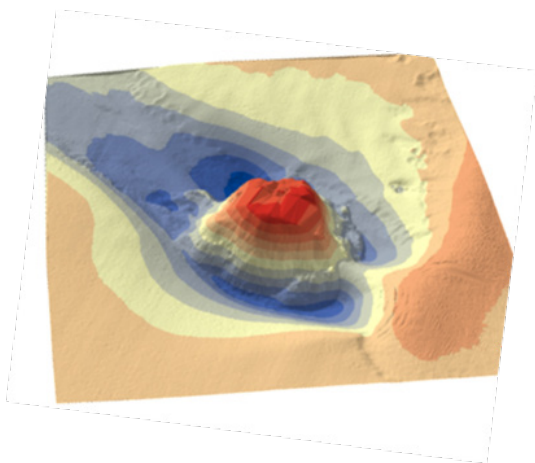


Abbildung 2: Bathymetrie im Nahfeld des Leuchtturms Roter Sand, 1m-Raster, Stand 02/2018.
Quelle: GWD_TUD 2019

Insgesamt wurden im Gutachten folgende drei Sanierungsvarianten untersucht:

- Sanierung in situ
(Eingriffe werden auf das absolut erforderliche Maß beschränkt)
- Neue Gründung im Meer und Translozierung des Turmoberteils auf einen neuen Gründungskörper (mit Verstärkung des Oberteils)
- Translozierung des Turmoberteils an Land

Seit 2019 wurden insbesondere die Varianten „Sanierung in situ“ und „Translozierung des Turmoberteils“ intensiver diskutiert. Variante 2 wurde aufgrund der hohen Kosten sowie einigen entscheidenden Nachteilen (schwer zugänglich, geringe Sichtbarkeit, Verlust des denkmalgeschützten Caissons und hohes Risiko durch zweimaligen Transport) nicht weiter verfolgt.

Hauptargument für die Variante 1 ist, dass es sich um eine maßvolle Instandsetzung ohne grundlegende Veränderungen des denkmalgeschützten Bauwerks handelt. Nachteile sind u.a. Nutzungseinschränkungen, da das normative Sicherheitsniveau nicht erreicht werden kann und somit die Nutzung nur für Touristenfahrten bei schwachem Seegang möglich ist, da Schäden bei schwerer See nicht ausgeschlossen werden können. Da kein vollumfänglicher Korrosionsschutz realisierbar ist, sind regelmäßige Begutachtungen und Instandsetzungen zukünftig weiter einzuplanen. Für Variante 3 werden verschiedene Aspekte als positiv angeführt: Gute Erreich- und Sichtbarkeit, keine Standsicherheitsprobleme und eine einfache und kostengünstige Unterhaltung. Allerdings würde mit dem Caisson, der die eigentliche denkmalgeschützte Ingenieursleistung darstellt, ein elementares Teil des Turms verloren gehen. Zudem besteht ein Verlustrisiko beim Transport. (BAW 2019, GMG, 2019; GWT-TUD GmbH, 2019)

Aktuelle Randbedingungen und weiteres Vorgehen

Die Erhaltungspflicht stößt langfristig an unüberwindbare Grenzen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die veränderten Bedingungen durch den Klimawandel, morphologische Veränderungen, das Bauwerksalter mit zunehmender Korrosion sowie gestiegene Anforderungen an Stabilität und Nachhaltigkeit zu nennen. So erfüllen die verwendeten Puddelstähle nicht mehr die Anforderungen an off-shore-Bauwerke heutzutage. Höhere Belastungen erfordern eine Ertüchtigung der Statik etwa durch zusätzliche Verstärkung durch räumliches Stabwerk oder Aufdoppelungen von Stegblechen in den einzelnen Geschossen. Ob eine komplexe Erhöhung des Turmsockels die Gefahrenlage mindern kann, ist nicht absehbar.

Gründliche Materialproben der Außenbeschichtungen haben erhebliche PCB- und Bleiwerte ergeben. Dringend notwendige Arbeiten an der Außenhaut sowie ein neuer Korrosionsschutz wären in Anbetracht der Giftstoffbelastung nur unter strikten Arbeitsschutzmaßnahmen und mit hohem Aufwand möglich. Nicht nur die Nähe des Welterbes Wattenmeer würden eine Einhausung des Turms bei solchen Arbeiten erfordern, die in Anbetracht von Sturm und Tide vor Ort technisch kaum möglich erscheint. (BAW 2019, GMG, 2019; GWT-TUD GmbH, 2019)

Laut Berichten des Weltklimarates und weiteren Forschungsergebnissen soll der Meeresspiegel (MSA) im Median um etwa 84 cm bis Ende dieses Jahrhunderts ansteigen (RCP 8.5) (IPCC, 2019). Durch den MSA erhöht sich der Sturmflutscheitelwasserstand und tritt früher ein, die Dauer hoher Wasserstände verlängert sich. Abbildung 3 zeigt exemplarisch den höchsten Wasserstand während einer Sturmflut entlang des Weserästuars bei Berücksichtigung des angenommenen Meeresspiegelanstiegs.

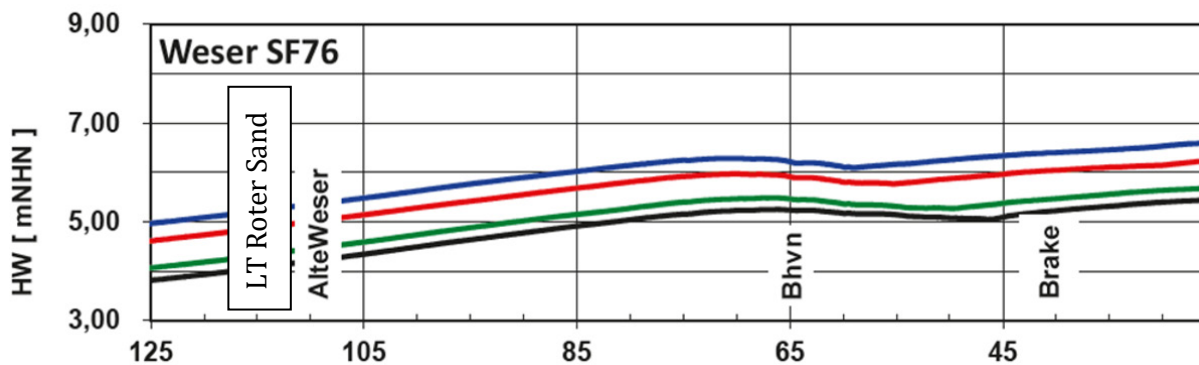


Abbildung 3: Höchster Wasserstand während einer Sturmflut entlang des Weser Ästuars. Angenommener Meeresspiegelanstieg 25 cm (grün), 80 cm (rot), 115 cm (blau).
Quelle: Rudolph 2014

Neben dem Wasserspiegelanstieg sind generell eine veränderte Strömungs- und Tidedynamik sowie veränderte morphologische und topographische Bedingungen infolge des Klimawandels zu erwarten (BAW 2020, Rudolph 2014). Ein Trend zur Verstärkung der Windgeschwindigkeit ist nicht prognostiziert, jedoch ein Trend zu vermehrt auftretenden Westwinden (BAW 2020). So wird hier z.B. von Schade et al. (2020) ein häufigeres Auftreten der Wetterlage „Nordwest“ (höhere Anzahl an Episoden, nicht der Dauer) angeführt, was mit der Hauptrichtung bezüglich der Windwellenbelastung für den LT RS korrespondiert (GWT-TUD 2019; Deutsche Stiftung Denkmalschutz, 2021).

Vor diesem Hintergrund und der Tatsache, dass eine Sanierung in situ (Variante 1) lediglich eine zeitlich befristete Lösung darstellen würde, die zudem mit baulichen, umwelttechnischen und nicht vollständig einzuschätzenden Risiken behaftet ist, wird sich zurzeit auf die Variante 3 „Translozierung an Land“ konzentriert. Dazu werden im Rahmen einer Variantenstudie Möglichkeiten für eine Translozierung des Bauwerkes untersucht. Hier sind u.a. Fragen zum Umfang des Bauwerks (Segmentierung oder großformatige Translozierung) in Verbindung mit den zur Verfügung stehenden Transportmitteln und Anforderungen an den neuen Standort zu klären.

Literatur

- Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2020): BAW Bildatlas Darstellung möglicher Zukünfte im Klimawandel. Karlsruhe, Bundesanstalt für Wasserbau.
- Bundesanstalt für Wasserbau (2019), im Auftrag der Deutschen Stiftung Denkmalschutz: Leuchtturm Roter Sand, Materialuntersuchung an Stahl und Beschichtungsproben, Karlsruhe 23.07.2019.
- Deutsche Stiftung Denkmalschutz (Hg.) (2021): Monumente „Trockenheit, Hitze und extreme Wetterereignisse: Klimaopfer Denkmal“ S. 8-14, ISSN 0941-7125, 31. Jg., Nr. 3, Juni 2021.
- GMG Ingenieurgesellschaft (2019), im Auftrag der Deutschen Stiftung Denkmalschutz: Gutachten zur Sanierung des Leuchtturms „Roter Sand“. Dresden, 14.6. 2019.
- GMG Ingenieurgesellschaft (2022), im Auftrag der Deutschen Stiftung Denkmalschutz: Vorentwurf/Varianten zur Translozierung des Leuchtturms „Roter Sand“ 31.03.2022.
- GWT-TUD GmbH (2019), im Auftrag der GMG Ingenieurgesellschaft mbH: „Untersuchungen zu Belastungen des Leuchtturms Roter Sand infolge Wellenschlags, Dresden, Juli 2019.
- IPCC, (2019): IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].
- Nasner, (2011): Gutachten „Leuchtturm Roter Sand – Zur Frage der Bauwerkssicherung“, Prof. Nasner, 2011.
- Rudolph, Elisabeth (2014): „Storm Surges in the Elbe, Jade-Weser and Ems Estuaries“ Die Küste, 81 (2014), 291-300.
- Schade N, Hüttl-Kabus S, Ebner von Eschenbach A-D, Hohenrainer J, Jensen C, Möller J, Rasquin C, Wachler B, Ganske A und Heinrich H (2020): Klimaänderungen und Klimafolgenbetrachtung für das Bundesverkehrsnetzsystem im Küstenbereich - Schlussbericht des Schwerpunktthemas Fokusgebiete Küsten (SP108) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks. DOI: 10.5675/ExpNSN2020.2020.09.
- Stiftung Leuchtturm „Roter Sand“ (2018): Satzung der Stiftung Leuchtturm „Roter Sand“ in der Deutschen Stiftung Denkmalschutz, Version vom 10.08.2018.