



Ausgangspunkt der Aufgabenstellung:

- In Deutschlands Wasserstraßen existieren sehr viele verschiedene Verschlussbauwerke mit zum Teils erheblichen Alters.
- Infolge des hohen Erhaltungsaufwandes, stellt sich die Frage von Kosten-Nutzung und Standsicherheit der Bauwerke.
- Große Anzahl von historischen Verschlüssen sind als genietete Stahlkonstruktion in Form eines Walzenwehres (s. Abb. 1) erbaut worden.
- Grundlegender Anteil der Standsicherheitsbewertung, ist die Beurteilung der Spröbruchsicherheit.
- Die Nachweismethode nach DIN EN 1993-1-10 (Stahlgütewahl zur Vermeidung von Spröbruch) eignet sich jedoch nicht zur Bewertung historischer stählerner Bauwerke, weil diese für moderne Stähle ausgelegt ist.

Ziel der Diplomarbeit:

Das Ziel der Diplomarbeit war: wiederkehrende konstruktive Detailpunkte von drei Walzenverschlüssen herauszufiltern, die Art und Weise der Umsetzung, in statischer Hinsicht zu vergleichen und für diese Detailpunkte eine Empfehlung zu geben, welches bruchmechanische Rechenmodell dort verwendet werden könnte. Mit dieser Arbeit sollten somit Ausgangsdaten ermittelt werden, um eine bessere Nachweisform für historische stählerne Verschlussbauwerke zu entwickeln.

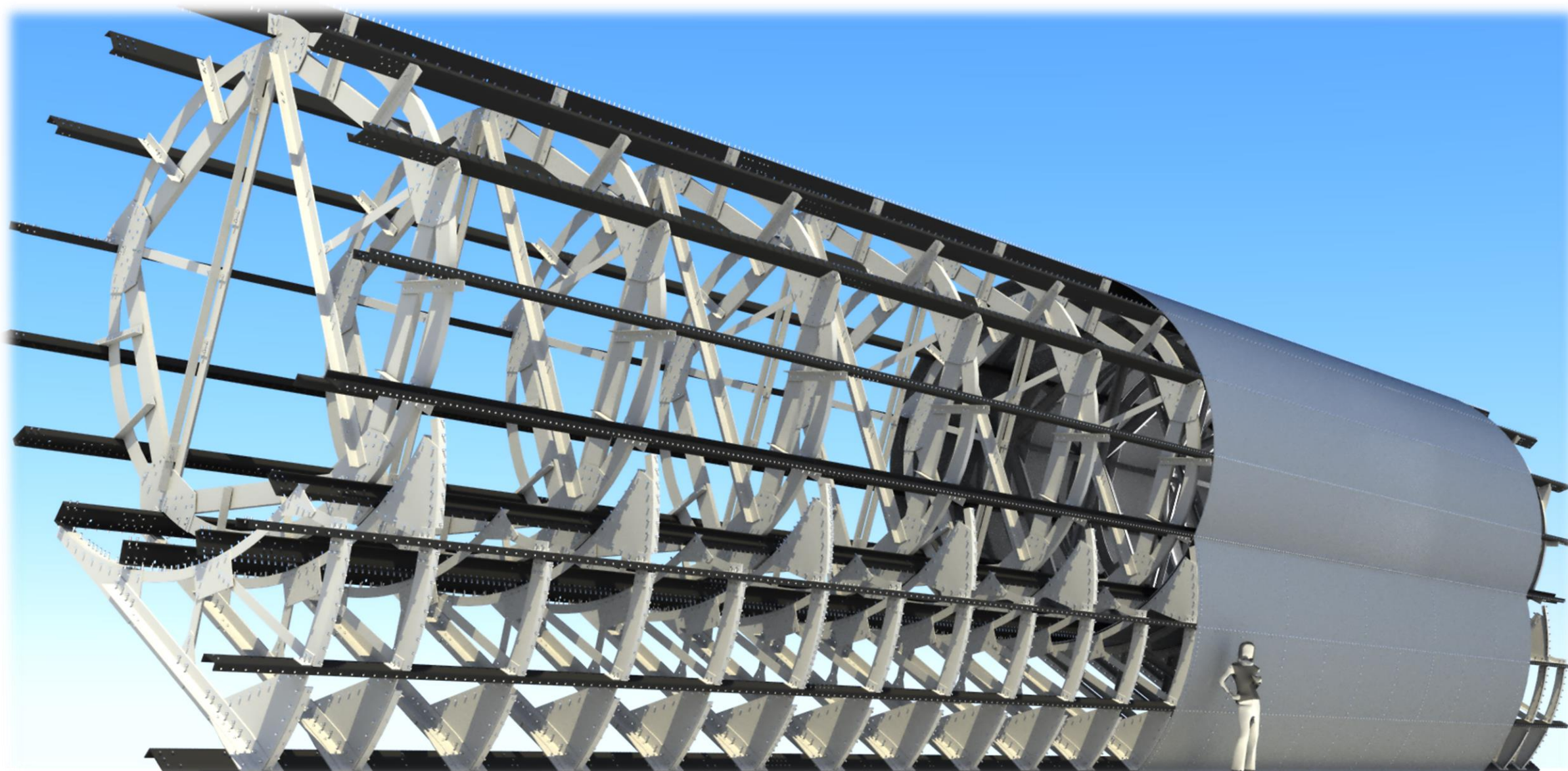


Abb. 1: Visualisierung des Walzenwehrrschlusses – Rothenfels, ohne Darstellung der Auflagerbereiche

1. Die Konstruktive Analyse:

- Sichtung der, von drei Walzenwehren zur Verfügung gestellten, digitalen Baupläne.
- Herausfiltern der typischen Verbindungsdetails, je Walzenwehr bzw. Hersteller.
- Vergleich der konstruktiven Lösungen der verschiedenen Hersteller. (s. Abb. 2)
 - Georg Noell & Co. (Himmelstadt) → Großteilige Übernahme von MAN
 - Dortmunder Union Brückenbau AG (Rothenfels) → Meisten Veränderungen, aber keine Grundlegenden
 - MAN (Eichel) → Ursprungs konstruktion
- Einschätzung davon, ob die Veränderungen gegenüber der Urkonstruktion von MAN einen Einfluss auf die statische Betrachtung hat.

Zone 5'

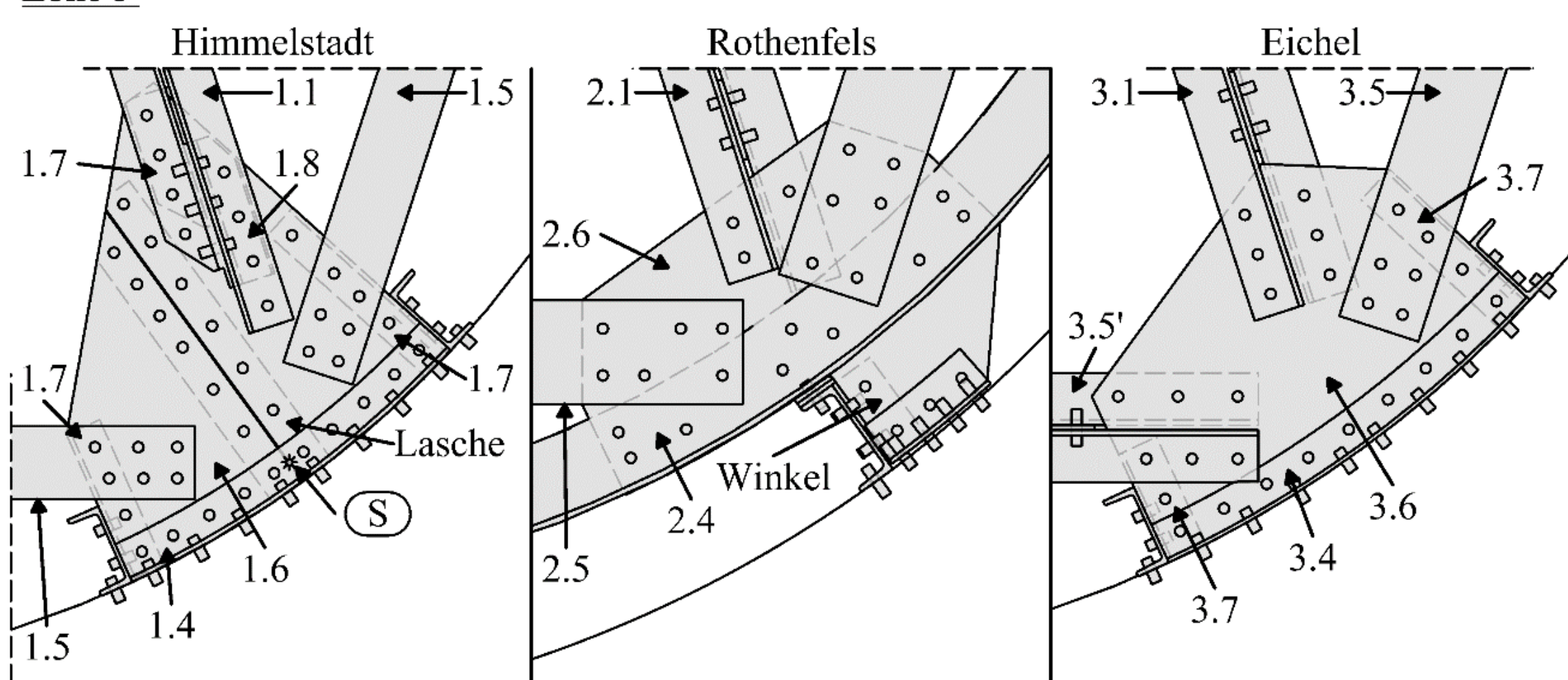


Abb. 2: Vergleich von Details der Konstruktionen, an dem Hauptknotenpunkt der Querrahmen

2.1 Betrachtung der Statik – Handrechnungen:

- Sichtung der zur Verfügung gestellten statischen Unterlagen.
- Analyse und Erläuterung der allgemeinen Vorgehensweise in der Urstatik.
- Sichtung und Beschreibung der Vorgehensweise, von den durchgeführten Stabilitätsuntersuchungen (von der BAW) für zwei Walzenwehre.
- Herausfilterung und Aufstellung der notwendigen Ergebnisse aus den statischen Berechnungen für den Vergleich: Handstatik ↔ FEM-Modell.

2.2 Betrachtung der Statik – FEM-Modell:

- Analyse der Eigenschaften, Modellierungsannahmen und Einstellungen, von einem zur Verfügung gestellten FEM-Modell, für einen Walzenwehrrschluss.
- Erstellung eines eigenen FEM-Modells (mit Dlubal – RFEM) für ein Walzenwehr.
- Anpassung des bereitgestellten FEM-Modells, für die Ermittlung von Spannungen.
- Aufstellung von Vergleichstabellen, zur Bewertung der Genauigkeiten von den Ergebnissen aus den:
 - einfachen Modellannahmen in der Statik und der
 - umfangreicheren Modellierung und Beachtung der Bauteilinteraktionen
- Weitere Analyse der FEM-Modelle bezüglich, in der Statik nicht beachtete aber bemessungsrelevante Bereiche.
- Herausfilterung von Zonen, die für eine bruchmechanische Untersuchung von Interesse sind (Zugspannungsbereiche). (s. Abb. 3)

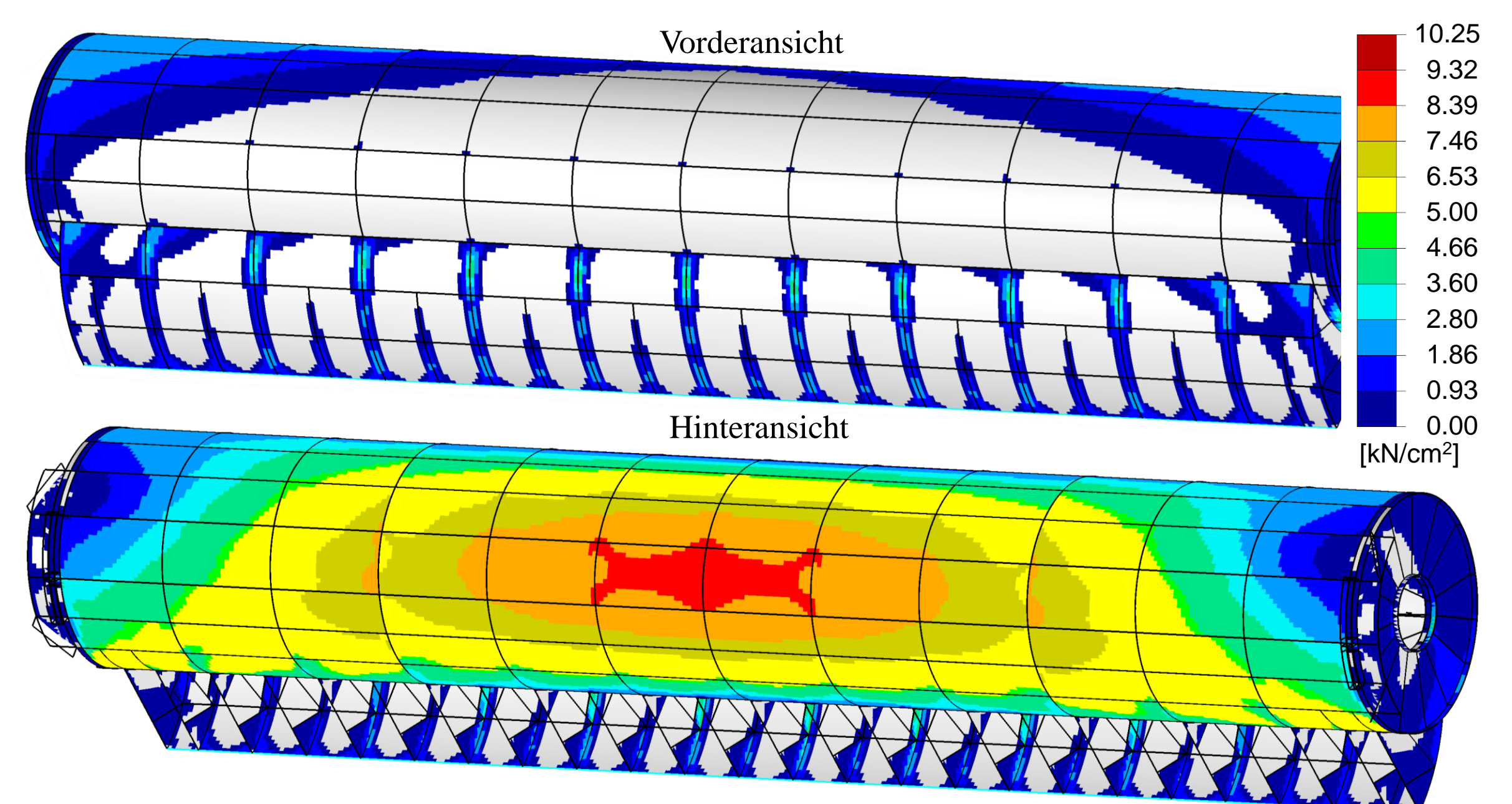


Abb. 3: Membranzugspannung der Blechhaut vom Walzenwehrrschluss – Rothenfels (Darstellung in Dlubal – RFEM)

3. Der bruchmechanische Aspekt:

- Erläuterung der notwendigen Informationen, für das Verständnis, wieso ein Spröbruch entsteht und welche Kennwerte darauf Einfluss haben.
 - Zusammensetzung des Stahlgefüges (früher: viele Einschlüsse von Fremdstoffen bzw. von nicht gewünschten Elementen)
 - Bauteiltemperatur (umso geringer, desto kritischer)
 - Spannungszustand (Zugspannung)
 - Geschwindigkeit der Belastung (schnell oder langsam)
- Bezugnahme auf den Spröbruchnachweis nach der DIN EN 1993-1-10
- Nennung und Darstellung der Rechenformeln und Annahmen der linear-elastischen Bruchmechanik, mit dem Spannungsintensitätsfaktor – K_I .
- Erläuterung und Auflistung von bruchmechanischen Rechenmodellen (s. Abb. 4), mit einem direkten Bezug zu den untersuchten Walzenwehren.

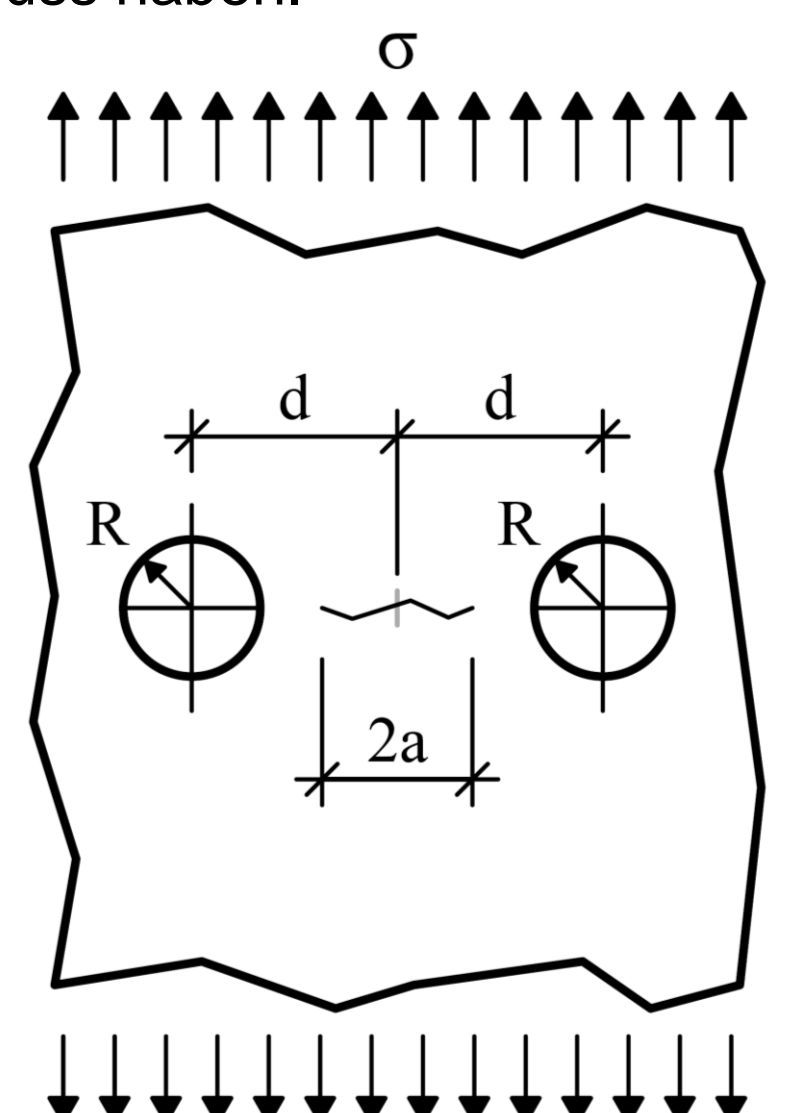


Abb. 4: Bruchmechanisches Rechenmodell: Riss zwischen zwei Löchern, in einer unendlich großen Scheibe
Quelle: Murakami, Y. aus Stress intensity factors handbook, Volume 1.S. 279

Erkenntnisse und Fazit:

- Konstruktiv sind die drei verschiedenen Walzenwehre sich sehr ähnlich.
- Der Vergleich, zwischen der Handstatik und den Ergebnissen aus der FEM basierten Berechnung, zeigte nur geringfügige Abweichungen. Dabei stellte sich die Handstatik mit höheren Belastungen konservativer, aber einfacher dar.
- Die Untersuchung des FEM-Modelles ergab zudem nicht, dass in der Urstatik bemessungsrelevante Komponenten vergessen wurden. Die Urstatik ist jedoch im Ganzen nicht so Detailliert und Umfangreich ausgeführt worden, wie dies heutzutage der Fall ist.
- Für den Nachweis der Spröbruchsicherheit ergab sich, dass die Bauwerkskomponenten in Feldmitte die größten Zugspannungen aufweisen und somit dort die Nachweise erfolgen sollten.

Die Anwendung der Bruchmechanik erfolgt derzeit nicht von vielen Bauingenieuren. Sie stellt dabei jedoch ein gutes Werkzeug, für die Bewertung bestehender Konstruktionen, dar. Die bereits vorhandenen bruchmechanischen Rechenmodelle könnten, in einer Sammlung mit relevanten Formen, für das Bauwesen zusammengefasst und die Anwendung so vereinfacht werden.