

technet Easy

Power User Meeting 2025 Report

Am 20. Februar 2025 fand in den Büroräumen der technet GmbH in Stuttgart das alljährliche Easy PowerUser Meeting statt.

Das Meeting richtet sich an Support- und Wartungskunden des Softwarepakets Easy der technet GmbH und bietet eine Plattform zum Austausch aktueller Entwicklungen und neuer Funktionen der Software.

Februar 2025

technet GmbH



technet Easy - Power User Meeting

2025 Report

Das Softwarepaket Easy ist für die durchgängige Planung und Berechnung von Membran- und Seilnetzstrukturen konzipiert. Es umfasst verschiedene Module für die Formfindung, Statik und den Zuschnitt in der textilen Architektur.

Ziel des Treffens war es, den Kunden einen umfassenden Überblick über die aktuellen Weiterentwicklungen zu geben, deren Mehrwert aufzuzeigen und mögliche Anwendungsfälle zu besprechen. Das Meeting war auch dieses Jahr gut besucht, und es entwickelte sich ein reger Austausch zu den vorgestellten Themen. Die Teilnehmer zeigten großes Interesse an den neuen Funktionen und teilten wertvolle Rückmeldungen sowie praxisnahe Anwendungsbeispiele.

Besonders die Diskussion über die Einsatzmöglichkeiten eines digitalen Windkanals zeigte ein breites Meinungsspektrum. Während einige Teilnehmer großes Interesse an den innovativen Möglichkeiten äußerten, gab es auch unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich des Einsatzes eines digitalen Windkanal im Arbeitsalltag. Diese Vielfalt an Perspektiven bot eine wertvolle Grundlage für einen offenen Austausch und verdeutlichte sowohl das Potenzial der Technologie als auch die bestehenden Bedenken und Herausforderungen.

Neues in Easy.Static

Bernhard Simmler begann den Workshop mit einer Präsentation der neuesten Funktionen im neuen Statik-Editor Easy.Static. Dabei wurden folgende Neuerungen vorgestellt:

- Erweiterte Visualisierungsmöglichkeiten in der Grafik: Beschriftungen, Höhenlinien, Normalen und EC3-Bemessungskennwerte.
- Parallele Berechnung von Lastfällen unter Nutzung mehrerer CPU-Kerne.
- Einführung von Versklavungen für Rotationspunkte zur Definition fester Achsen im Raum.
- Erweiterungen bzgl. „Point and Link“-Filter. Es wurden Bearbeitungsfunktionen hinzugefügt, die denen des GED-Programms ähneln.
- Möglichkeit, unabhängig von der Lastfallberechnung, die äußeren Lasten zu Berechnen und darzustellen. Diese Möglichkeit erweist sich besonders bei pneumatischen Projekten als hilfreich.

→ Die Vortragsfolien stehen für die Wartungs- und Supportkunden im geschützten Downloadbereich auf www.technet-gmbh.com bereit.

Generierung und statische Berechnung von rautenförmigen Tunnelnetzen

Anschließend stellte Jürgen Holl ein neues Tool vor, das die schnelle Generierung und statische Berechnung von saumlosen, rautenförmigen Tunnelnetzen auf der Basis benutzerdefinierter Randpolygone ermöglicht. Diese Netze werden häufig für Tierdurchgänge in Zoos oder ähnliche Strukturen verwendet.

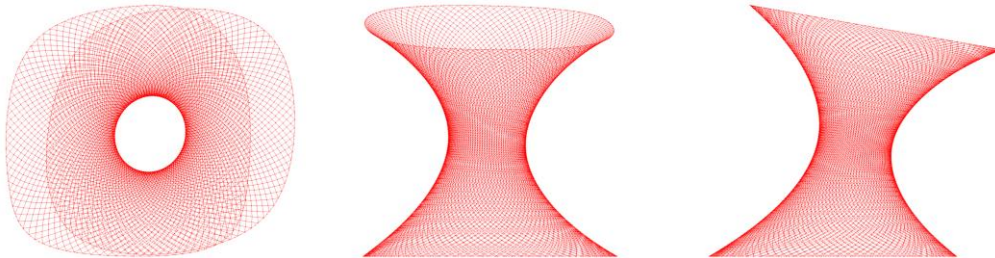


Abbildung 1: Rautennetz zwischen 2 benutzerdefinierten Nurbs Kurven

Das neue Tool bietet unterschiedliche Methoden zur gleichabständigen Verteilung der horizontalen Segmente auf den benutzerdefinierten Randpolygonen. Hierbei können Anwender je nach Projektanforderung zwischen mehreren Ansätzen wählen, um die Segmentierung optimal auf die jeweilige Geometrie abzustimmen. Für die Verteilung der Netzpunkte auf den diskreten Rändern stehen ebenfalls verschiedene Optionen zur Verfügung, die eine flexible und präzise Anpassung ermöglichen.

Man kann beispielsweise die Punkte gleichabständig pro diskretem Segment anordnen, was besonders dann vorteilhaft ist, wenn bestimmte Abschnitte des Randpolygons eine fokussierte und gleichmäßige Punktverteilung erfordern. Alternativ bietet das Tool die Möglichkeit, die Punkte gleichabständig über den gesamten diskreten Rand zu verteilen, was zu einem harmonischen und durchgängigen Netz führt. Diese beiden Methoden erlauben es, sowohl lokale Detailanforderungen als auch globale Gestaltungsaspekte gleichermaßen zu berücksichtigen.

Durch die Kombination und individuelle Anpassung dieser Verteilungsstrategien können spezifische Randbedingungen und besondere Anwendungsfälle optimal adressiert werden, sodass das resultierende Netz nicht nur statisch fundiert, sondern auch ästhetisch überzeugend ist.

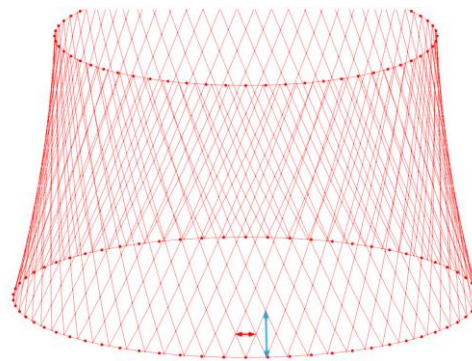
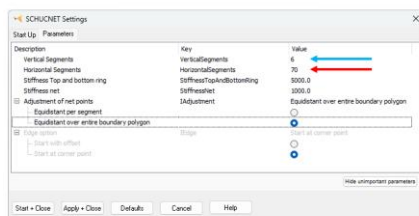


Abbildung 2: Parameter und Ausgabe an einem einfachen Beispiel

In Beispielen wurde gezeigt, wie man durch gezieltes Hinzufügen oder Entfernen von Segmenten in horizontaler oder vertikaler Richtung eine „Wunschkraft“ in den Seilen erzeugen kann. Durch die Anpassung der Segmentierung kann so nicht nur die Kraftverteilung innerhalb der Seile optimiert, sondern auch mögliche Schwachstellen in der Seilstruktur identifiziert und korrigiert werden.

Nach Abschluss der statischen Berechnung besteht die Möglichkeit, die Seilbemessung direkt gemäß DIN EN 1993-1-11 in Easy.Static durchzuführen. Dieser integrierte Workflow vereinfacht den Planungsprozess erheblich, da alle notwendigen Berechnungen und Anpassungen in einem einheitlichen System erfolgen.

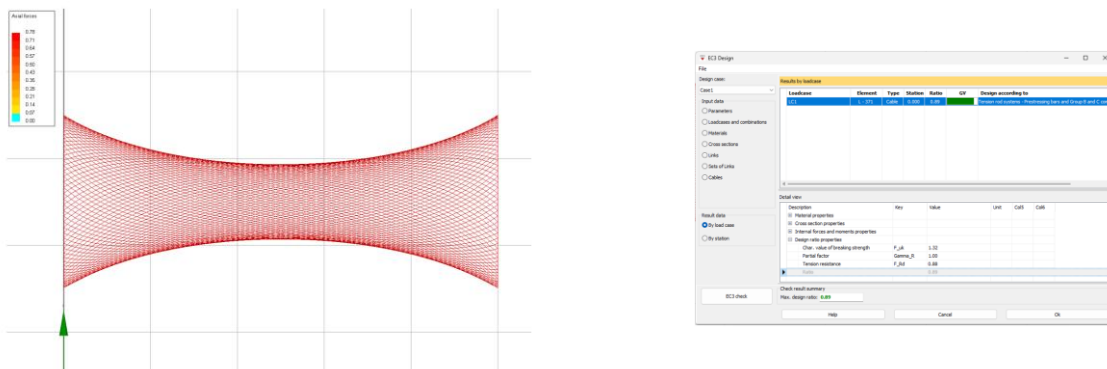


Abbildung 3: Statische Berechnung und Seilbemessung eines Tunnelnetzes in Easy.Static

Easy.DWT – Digitaler Windkanal

Ein weiteres Highlight war Bernhard Simmlers Vortrag zur Simulation im digitalen Windkanal Easy.DWT. Er verglich die Ergebnisse von Simulationen mit und ohne Windprofile und betonte, dass die Zellengröße am Einlass bei der Verwendung von Profilen nicht zu groß sein darf, um eine präzise Modellierung zu gewährleisten. Zudem wurde auf die Berechnung der c_p -Werte hingewiesen, wobei die Referenzwindgeschwindigkeit bei der Nutzung von Profilen am höchsten Punkt des Modells liegen sollte. Es wurde diskutiert, dass es derzeit keine Normen für numerische Simulationen gibt, was häufig zu Herausforderungen mit den Prüferingenieuren führt.

Bemessung in Easy nach DIN EN 1993-1-1/1-11

Jürgen Holl gab danach einen Einblick in die Eurocode3-Bemessung in Easy.Static. Zunächst wurde die Bemessung von Tragwerken mit Zuggliedern nach DIN EN 1993-1-11:2010-12 in Easy 2025 vorgestellt. Im Anschluss wurden Biegeknick- und Biegedrillknicknachweise behandelt, wobei sowohl das Verfahren mit Abminderungsfaktoren als auch das Ersatzimperfektionsverfahren angesprochen wurden. Besonders hervorgehoben wurde, wie Benutzereingaben in die Nachweise einfließen und welche Formeln und Kapitel im Bezug auf die DIN EN 1993-1-1 und 1-11 angewendet werden.

Gleichmaschige Netze in FormEdit

Ein weiteres Thema waren gleichmaschige Netze und deren direkte Erzeugung auf einer Gleichgewichtsfigur im Grafikeditor FormEdit.

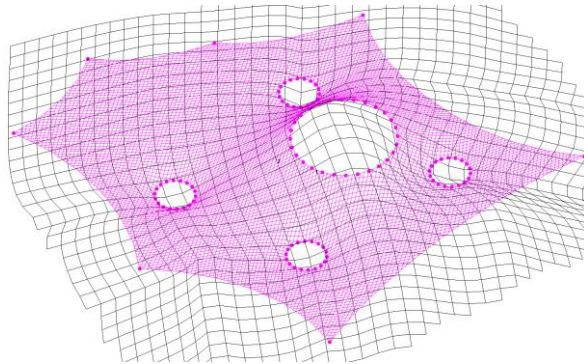


Abbildung 4: Gleichmaschiges Netz auf einer Gleichgewichtsfigur

Die technet GmbH beschäftigt sich mit der Berechnung solcher Netze wegen der gestiegenen Nachfrage der Kunden, die einen Bedarf an durchgängigen Softwaretools haben. Ingenieurbüros und Seilnetzhersteller setzen diese Netze zunehmend in Bereichen wie Spielplatzstrukturen, Fallschutz, Zoogehegen und Verstärkungen für pneumatische Strukturen ein. Die Anwender benötigen integrierte Lösungen, die sowohl die Berechnung (Formfindung und Statik) als auch die Erstellung von Zuschnittsplänen effizient und unkompliziert gestalten.

Ein weiterer Grund für die Entwicklung solcher Tools ist das Forschungsprojekt SOLNet. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung und der Bau von Seilnetzkonstruktionen, die mit Photovoltaikmodulen bedeckt sind, wobei der Energieertrag bereits in die Planungsphase integriert werden soll. Das Projekt wird vom Land Baden-Württemberg unterstützt und vereint die Expertise von technet mit Seilnetzhersteller, Photovoltaik-Spezialisten und dem KIT.

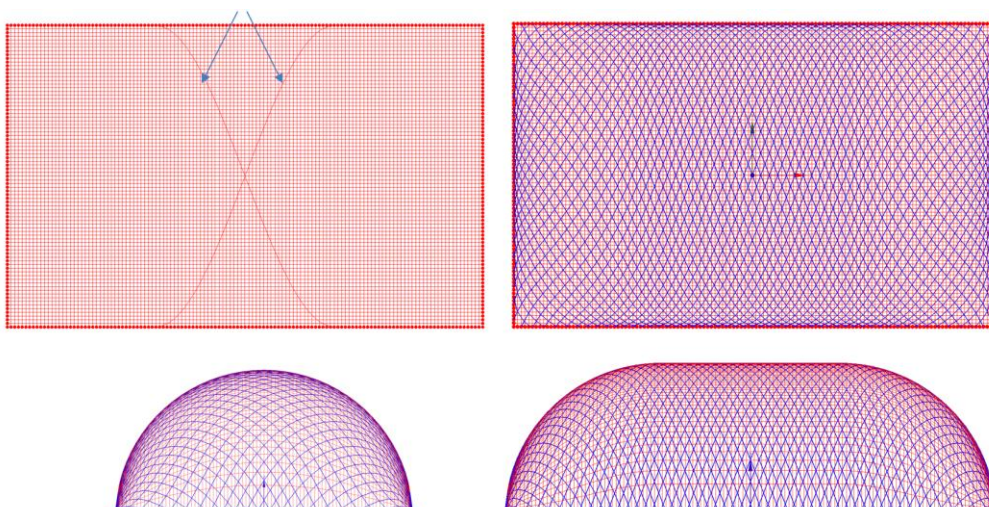


Abbildung 5: Gasbehälter mit einem gleichmaschigen Netz. Die Startlinien sind geodätische Linien

Report Generator – RepGen

Mit der Auslieferung des neuen Static Editors wurde der Report Generator völlig überarbeitet. Es wurde kurz auf die neuen Möglichkeiten bei der Projektanalyse eingegangen. Neuerdings ist es möglich, benutzerdefinierte Projektanalysen durchzuführen, d.h. der Benutzer kann selbst bestimmen welche Lastfälle in die Projektanalyse eingehen sollen.

4.1 Reactions global 1					
Project analysis					
Used loadcases: LC1, LC2					
P-ID trans	P-ID rot	Loadcase	RXL	RYL	RZL
1399000004		LC2	-18.903540	6.661015	-32.710885
1499000002		LC2	16.857685	6.644872	-32.631678
1499000001		LC1	3.817369	-10.804916	-18.717466
1399000003		LC1	3.817369	10.804916	-18.717466
1399000004		LC2	-18.903540	6.661015	-32.710885
1299000002		LC2	-0.038904	-0.000020	83.331234
1299000004	1299000002	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438
1299000004	1299000004	LC2	0.039438	-0.000019	82.735438

4.2 Reactions global 2								
Project analysis								
Used loadcases: LC3								
P-ID trans	P-ID rot	Loadcase	RXL	RYL	RZL	MXL	MYL	MZL
1499000004		LC3	-16.008434	-5.644700	-27.720606			
1499000002		LC3	15.988665	5.637711	-27.686256			
1499000001		LC3	3.817369	-10.804916	-18.717467			
1399000003		LC3	3.817369	10.804916	-18.717466			
1499000004		LC3	-16.008434	-5.644700	-27.720606			
1299000002		LC3	-0.005428	0.000000	70.257574			
1299000002	1299000002	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000
1299000004	1299000004	LC3	0.005384	0.000000	69.660002	0.000000	0.000000	0.000000

Abbildung 6: Auszug aus einem statischen Report

Seile auf Membranen

Dieter Ströbel rundete das diesjährige Meeting mit weiteren Neuerungen in Easy.Static ab. In der Vorführung wurde zunächst gezeigt, wie einfach neuerdings sogenannte Slip Cables zu definieren sind. Mit Slip Cables lässt sich simulieren, dass ein Randseil in seiner Tasche quasi „durchrutscht“. Das Seil hat dann durchgehend dieselbe Seilkraft. Gleichzeitig wird ein Gurt, der „fest“ mit der Membran verbunden ist, definiert. Der Gurt hat unterschiedliche Kräfte.



Abbildung 7: Randseil (links) und Gurt (rechts)

Nachfolgend wurden verschiedene Methoden vorgestellt, um Seile, die auf oder unter Membran- und ETFE-Flächen verlaufen, in eine ganzheitlichen Berechnung zu integrieren. Die Interaktion zwischen der Membran und einem Seilnetz ist komplex, da die geometrischen Verträglichkeitsbedingungen eingehalten werden müssen und der Austausch der Seilkräfte und Membranspannungen korrekt formuliert werden muss. Hier muss die Software in der Lage sein, diese Verformungen gekoppelt zu berechnen und eine genaue Vorhersage der Verlagerungen, der Seilkräfte und Membranspannungen zu liefern.

Für die schnelle Modellbildung wurde ein Eingabedialog in Easy.Static implementiert. Es ist jetzt sehr einfach, die Seile auf oder unter der Fläche frei oder in einer Tasche gleitend in das statische Modell zu integrieren.

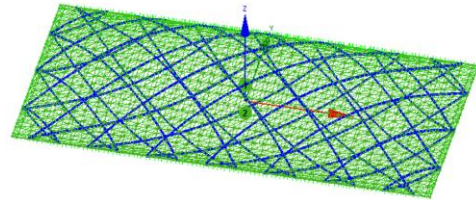
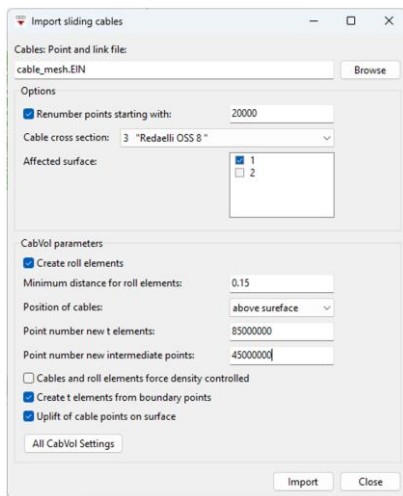


Abbildung 8: Importdialog und gleitende Seile auf einem ETFE-Kissen

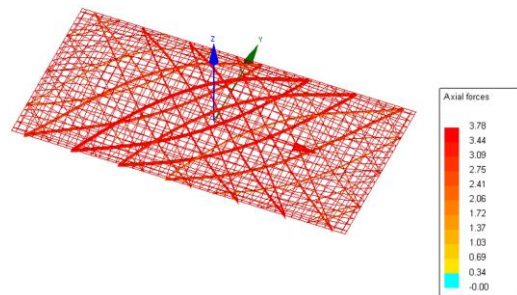
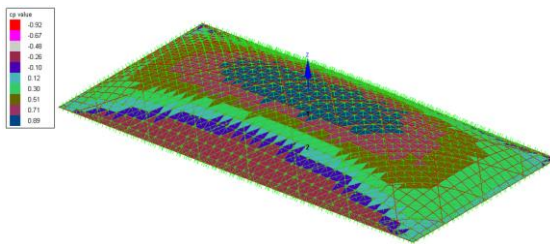


Abbildung 9: Kissen mit Seilnetz auf Ober- und Unterfolie für einen Lastfall Wind unter Berücksichtigung des Gasgesetzes

Kontakt zwischen Membranflächen

Ein weiteres Thema war das Kontaktproblem zwischen Membranflächen und dessen Einfluss auf die Berechnung eines pneumatischen Mehrkammersystems, beispielsweise bei Biogasanlagen. Der Kontakt zwischen äußerer und innerer Membran wurde für den Fall von Windlasten an einem Beispiel gezeigt. Der Kontakt tritt vor allem dann auf, wenn die Gasmembran mit maximalem Gasvolumen voll belastet wird.

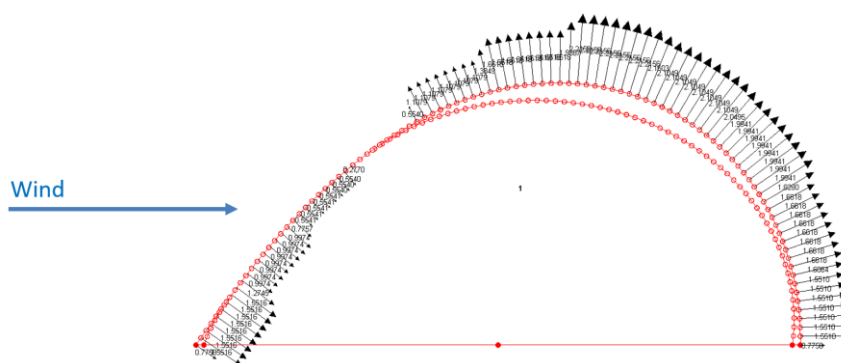


Abbildung 10: Schnitt durch einen Doppelmembran Gasspeicher mit Windlasten

Die präzise Modellierung des Kontakts zwischen Membranflächen ist entscheidend, um das tatsächliche Luft- und Gasvolumen in textilen Strukturen korrekt zu bestimmen. Wird der Kontakt exakt berücksichtigt, lassen sich Berührungspunkte, Überlappungen und potenzielle Deformationen der Membranen genauer erfassen. Dadurch entsteht ein realitätsnahes Abbild des vorhandenen Gasraums, was wiederum wesentlich für die Berechnung der Innendrucke ist.

Das Gasgesetz, welches den Zusammenhang zwischen Druck, Volumen und Temperatur beschreibt, reagiert sehr empfindlich auf Abweichungen im Volumen. Eine ungenaue Bestimmung des effektiven Gasraums – etwa durch eine zu grobe Modellierung der Kontaktzonen – kann zu erheblichen Fehlern bei der Druckberechnung führen. Gerade in sicherheitsrelevanten Anwendungen ist es daher von größter Bedeutung, das Kontaktverhalten so präzise wie möglich abzubilden. Dies sichert nicht nur die technische Genauigkeit der Berechnungen, sondern trägt auch maßgeblich zur Stabilität und Zuverlässigkeit der gesamten Konstruktion bei.

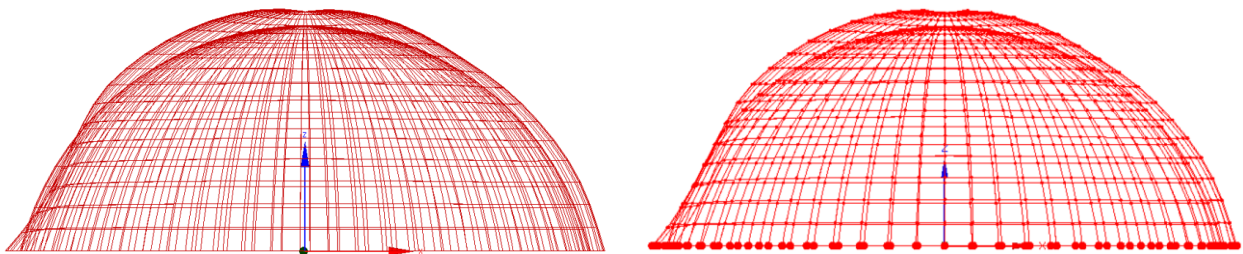


Abbildung 11: Sich durchdringendes Kammernsystem (links), Kammern mit Berücksichtigung des Kontakts (rechts)

Die Berücksichtigung des Kontakts zwischen Membranflächen in der statischen Berechnung stellt eine komplexe Aufgabe dar, die sowohl präzise mathematische Modellierung als auch robuste numerische Methoden erfordert. Diese Herausforderungen sind zentral, um das tatsächliche mechanische Verhalten textiler Strukturen realitätsgetreu abzubilden.

Wasserlasten und Auftrieb

Abschließend wurden die neuen Möglichkeiten zur Berücksichtigung von Wasserlasten (Auftrieb) und deren Auswirkungen auf die Berechnungsergebnisse erläutert. Ein besonderen Augenmerk legte Dr. Stroebel dabei auf die Demonstration und den Vergleich der Auswirkung der Verwendung von konservativen und nichtkonservativen Wasserlasten.

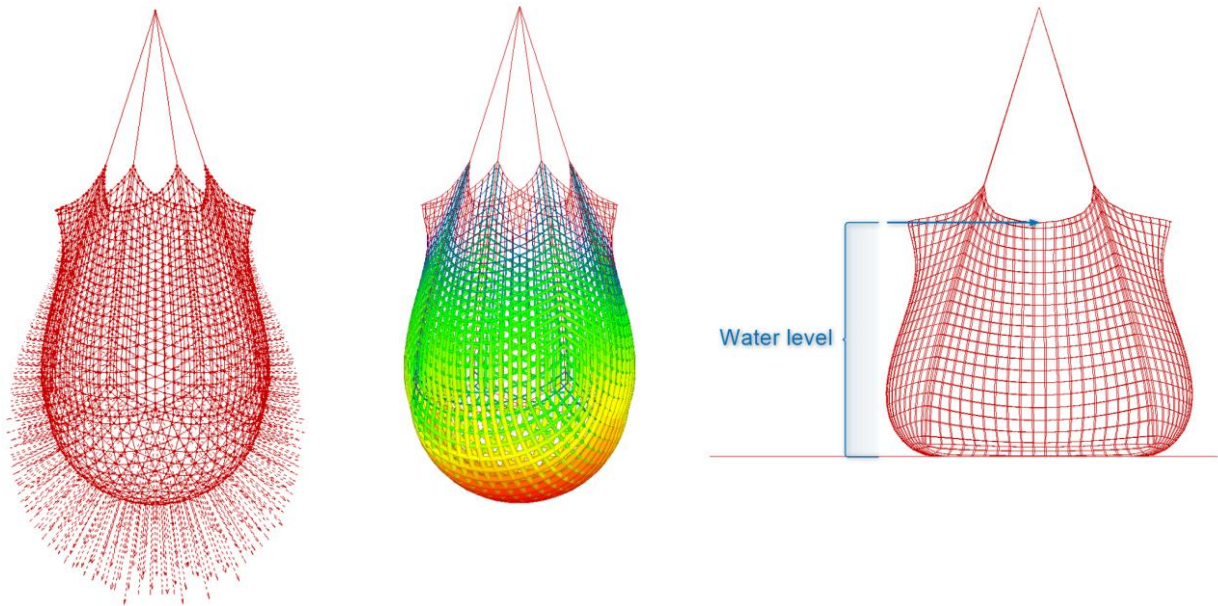


Abbildung 12: Mit Wasser gefüllter Wassersack und nicht-konservative äußere Lasten (links), Membranspannungen (mitte), Wassersack (gefüllt) mit Kontakt auf horizontaler Fläche (rechts)

Die offene und konstruktive Atmosphäre trug dazu bei, wichtige Impulse für die Weiterentwicklung der Software zu sammeln und gemeinsam mögliche nächste Schritte zu skizzieren.

Wir danken allen Teilnehmern für die lebhaften Diskussionen und freuen uns bereits auf das nächste Easy Power User Meeting!

J. Holl, Stuttgart 02/2025