

Welche Herausforderungen stellen sich?

Angesichts zunehmender Umweltbelastung durch fossile Energieträger und der begrenzten Verfügbarkeit von Erdgas wird der Umstieg auf erneuerbare Energiequellen immer dringender. Für eine nachhaltige Zukunft ist Wasserstoff ein vielversprechender Energieträger.

Wasserstoff kann aus erneuerbaren Quellen gewonnen und vielseitig eingesetzt werden. Doch der Transport von Wasserstoff über weite Strecken bringt neue Herausforderungen mit sich. Die bestehenden Gasnetze sind für Erdgas ausgelegt, und müssen angepasst oder so erneuert werden, dass sie für die besonderen Eigenschaften von Wasserstoff geeignet sind.

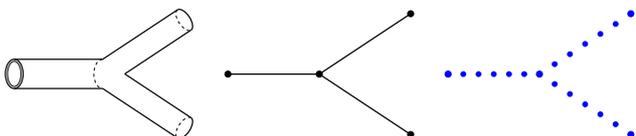
Diese Umstellung birgt nicht nur technische Herausforderungen. Sie erfordert vorausschauende Planung und Optimierung, und bei diesen Themen nimmt die Mathematik eine zentrale Rolle ein. Die Weiterentwicklung unserer Gasnetze ist entscheidend für eine erfolgreiche Energiewende – und die Mathematik leistet einen wesentlichen Beitrag!

Warum Simulationen am Computer ?

Durch Experimente kann man verschiedene Szenarien testen und Beobachtungen anstellen. Allerdings sind sie oft mit erheblichem **Aufwand und hohen Kosten** verbunden. Stattdessen werden häufig Computersimulationen eingesetzt. Diese sind in der Regel kostengünstiger und ermöglichen die Untersuchung von einer deutlich größeren Anzahl an Szenarien, um z.B. die Einhaltung von Betriebsparametern sicherzustellen. Auch für Zertifizierungsprozesse, die in vielen Bereichen gesetzlich vorgeschrieben sind, sind sie hilfreich.

Auf Grundlage von Beobachtungen müssen zunächst Modelle entwickelt werden, die möglichst einfach sind, aber dennoch alle wesentlichen physikalischen Effekte erfassen. Jedes Modell ist nur eine Annäherung an die Realität. Gasleitungen, die viel länger als ihr Durchmesser sind, können durch „Herauszoomen“ als eindimensionale Linie beschrieben werden. Hier kann es zum Konflikt zwischen der **Komplexität und der Qualität** des Modells kommen.

Computer verfügen nur über endlich viele Ressourcen. Daher können reelle Zahlen oder allgemeine mathematische Funktionen nicht exakt abgebildet werden. Zudem erfordern komplexere Modelle in der Regel mehr Rechenaufwand. Um Modelle effizient auf Computern zu realisieren und die Kosten günstig zu halten, arbeitet man daher häufig mit sogenannten reduzierten Modellen. In einigen Fällen kommt auch eine Modellhierarchie zum Einsatz: von einfachen, schnellen und kostengünstigen Modellen bis hin zu genaueren, die jedoch deutlich mehr Rechenzeit und Ressourcen benötigen.



Welche Fragen benötigen Antworten?

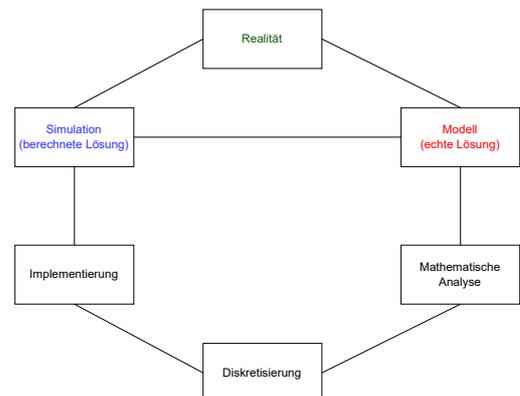
- ▶ Wie können wir den Gasfluss modellieren?
- ▶ Wie kann das Netz stabil und effizient betrieben werden?
- ▶ Wie können die Kosten minimiert werden, sodass die Preise für Endverbraucher und Steuerzahler vertretbar bleiben?
- ▶ Wie kann der Umstieg auf erneuerbare Energiequellen gestaltet werden?
- ▶ Wie können bestehende Netzwerkstrukturen dabei weiterverwendet werden?
- ▶ Wie kann man die Steuerung bei Unfällen nutzen, um Schäden gering zu halten?

Was leistet die Mathematik ?

Die Bedeutung der Mathematik kann man beispielsweise anhand der Beziehung der **simulierten Lösung** und der „**echten**“ **Lösung** erklären. Bereits vor der Simulation kann man mithilfe der Mathematik Aussagen über den Abstand zwischen der simulierten Lösung und der echten Lösung treffen, obwohl letztere unbekannt ist. Dadurch kann man einen allgemeingültigen Zusammenhang zwischen Simulation und Modell herstellen.

Ein großer Vorteil: Die Methoden sind so allgemein, dass sie für ganze Klassen von Problemen zu gelten, beispielsweise für unterschiedliche Rohrlängen oder Netzwerkstrukturen. Während Simulationen jeweils neu durchgeführt werden müssen, liefert die Mathematik allgemeine Aussagen, die für alle Fälle gleichzeitig gelten.

Auch die „echte“ Lösung basiert auf einem vereinfachten **Modell** (z.B. 1D anstatt 3D). Die Mathematik hilft dabei, den Einfluss solcher Vereinfachungen zu verstehen. Ziel ist es, mithilfe der Mathematik **allgemeingültige Aussagen** für alle Szenarien zu treffen. Dadurch können wir gewisse Risiken ausschließen und Garantien geben.



„Essentially, all models are wrong, but some are useful.“

George Edward Pelham Box