

SP5/WP10: Technisch-wirtschaftliche Machbarkeitsstudie für die Installation von Turbodruckminderern im Gasnetz und Erzeugung von dekarbonisiertem H₂

Lucas Politano¹, Massimiliano Capezzali^{1,*}, Arnaud Michaud², Nicolas Zwahlen²

¹Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, 1401 Yverdon-les-Bains (VD); ²Viteos SA, CH-2000 Neuchâtel und CH-2300 La Chaux-de-Fonds (NE)

* Kontakt für weitere Fragen: massimiliano.capezzali@heig-vd.ch

Zusammenfassung

- Entwicklung mehrerer Szenarien zur Aufwertung des Netzes durch eine Entspannungsturbine
- Quantifizierung des Produktionspotenzials von Energieträgern (Strom und Wasserstoff)
- Vergleich der Szenarien auf der Grundlage von Energie-, Finanz- und Umweltindikatoren

Was war die Fragestellung?

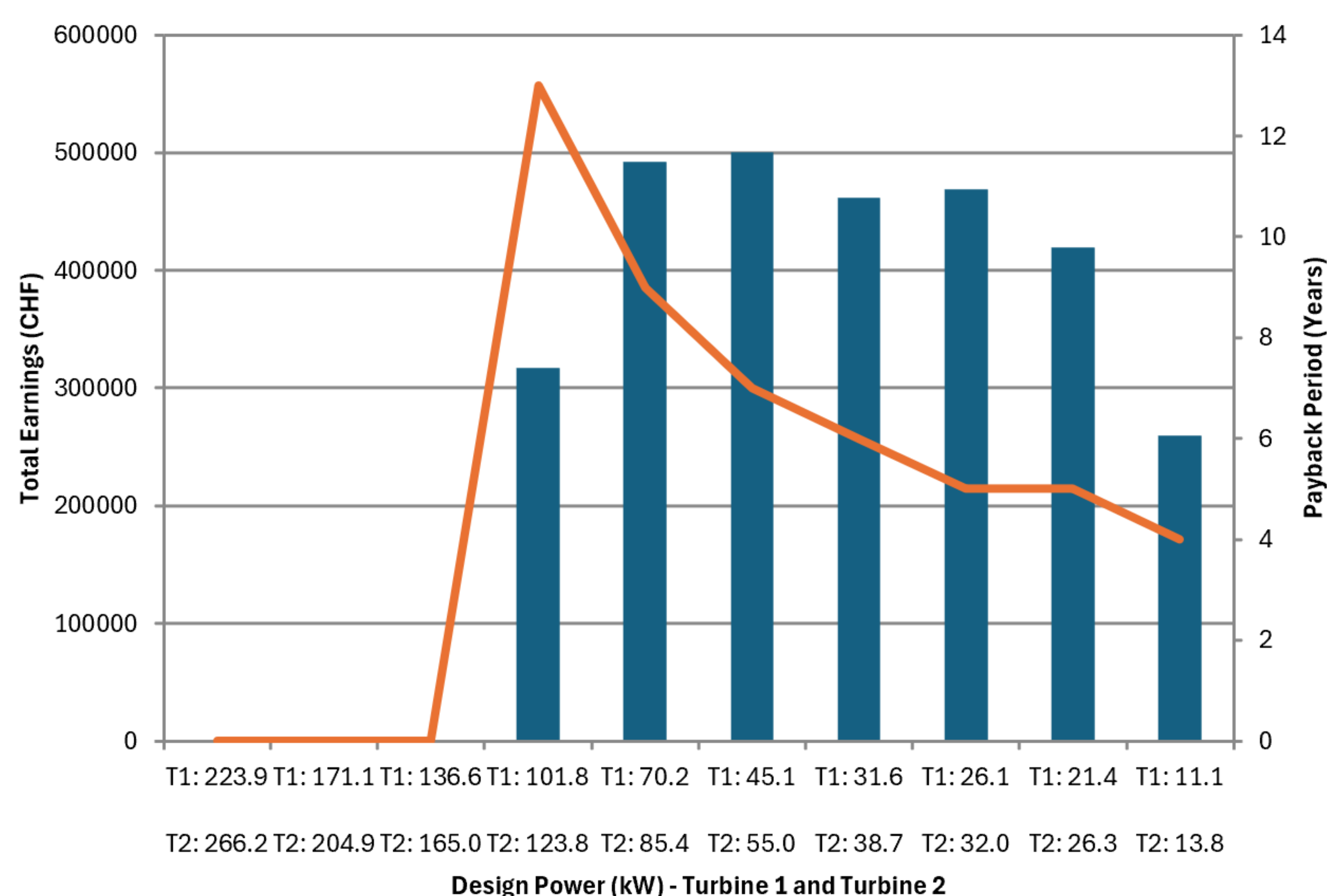
- Diese Masterarbeit hat in Zusammenarbeit mit Viteos SA die innovative Nutzung von Energie in Erdgasentspannungsstationen untersucht.
- Hauptziel war, das Potenzial zur Rückgewinnung der bei der Druckminderung von Erdgas entstehenden Abwärme zu bewerten, die traditionell ohne Verwertung verloren geht, indem sie mithilfe von Turbodruckminderern in CO₂-freien Strom umgewandelt wird.
- In einem zweiten Schritt wurden die Möglichkeiten für eine Ausweitung auf eine nachhaltige Wasserstoffproduktion bewertet.

Was wurde gemacht?

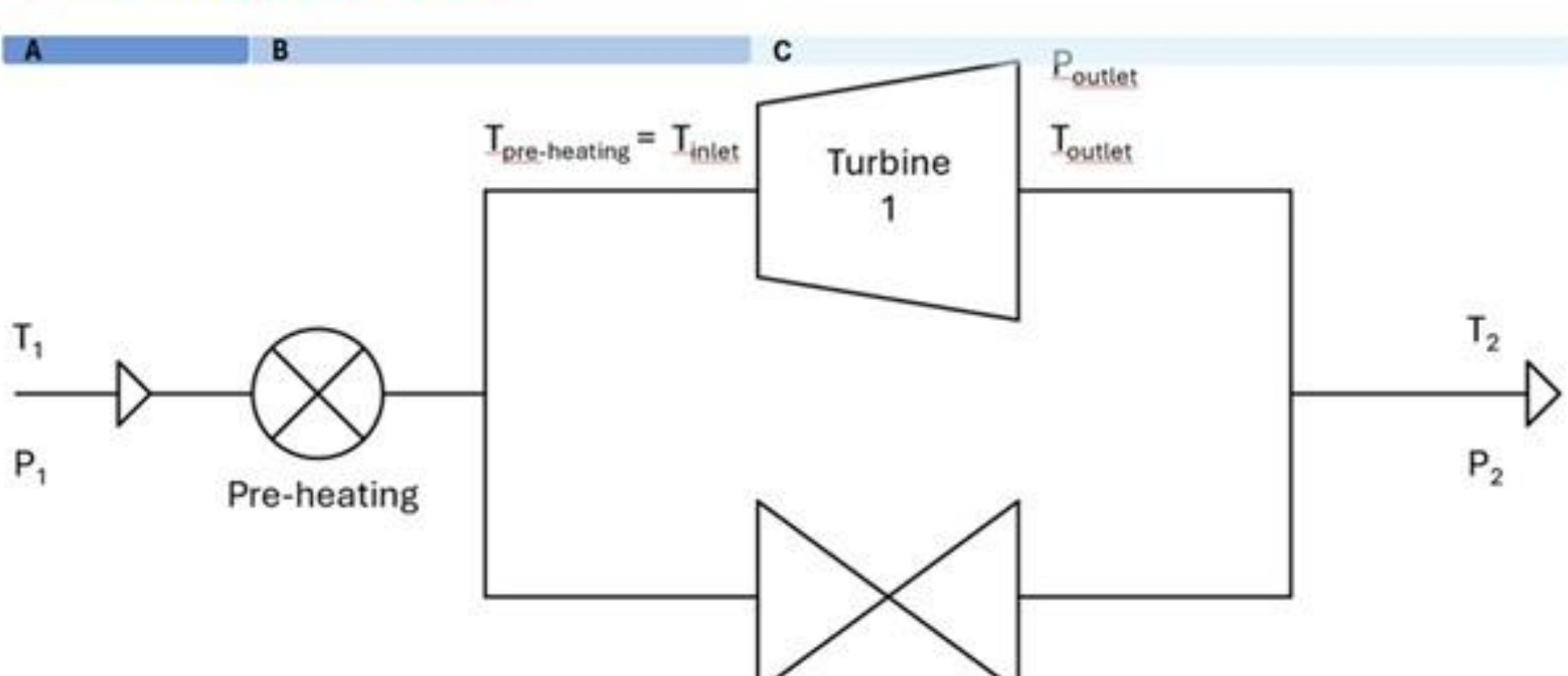
- Ein Simulationswerkzeug entwickelt, das über automatisierte Funktionen in Excel VBA (Visual Basic Auditor) gesteuert wird. Das Werkzeug ist modular aufgebaut, wiederverwendbar und verfügt über eine benutzerfreundliche Oberfläche.
- Um das Nutzungspotenzial des Verteilungsnetzes zu ermitteln, wird dieses zunächst anhand seiner Netzarchitektur und der Kohlenwasserstoffzusammensetzung des an die Verbraucher gelieferten Erdgases charakterisiert.
- Die einsetzbaren Maschinenkapazitäten werden berechnet und die Energieflüsse entsprechend den potenziellen Varianten simuliert. Schliesslich wird unter Zugrundelegung des Verkaufspreises auf dem Strommarkt (ca. 30 ct/kWh) und für grünen Wasserstoff (ca. 11,5 CHF/kg) die prognostizierte Wirtschaftlichkeit über die Lebensdauer der Anlage geschätzt und die Möglichkeiten für eine Expansion hin zu einer nachhaltigen H₂-Produktion bewertet.
- Es wurden drei Netzarchitekturen simuliert, die sich hinsichtlich des Turbinentyps (mit hohem oder niedrigem Entspannungspotenzial) unterscheiden.

Welches sind die verallgemeinerbaren Erkenntnisse?

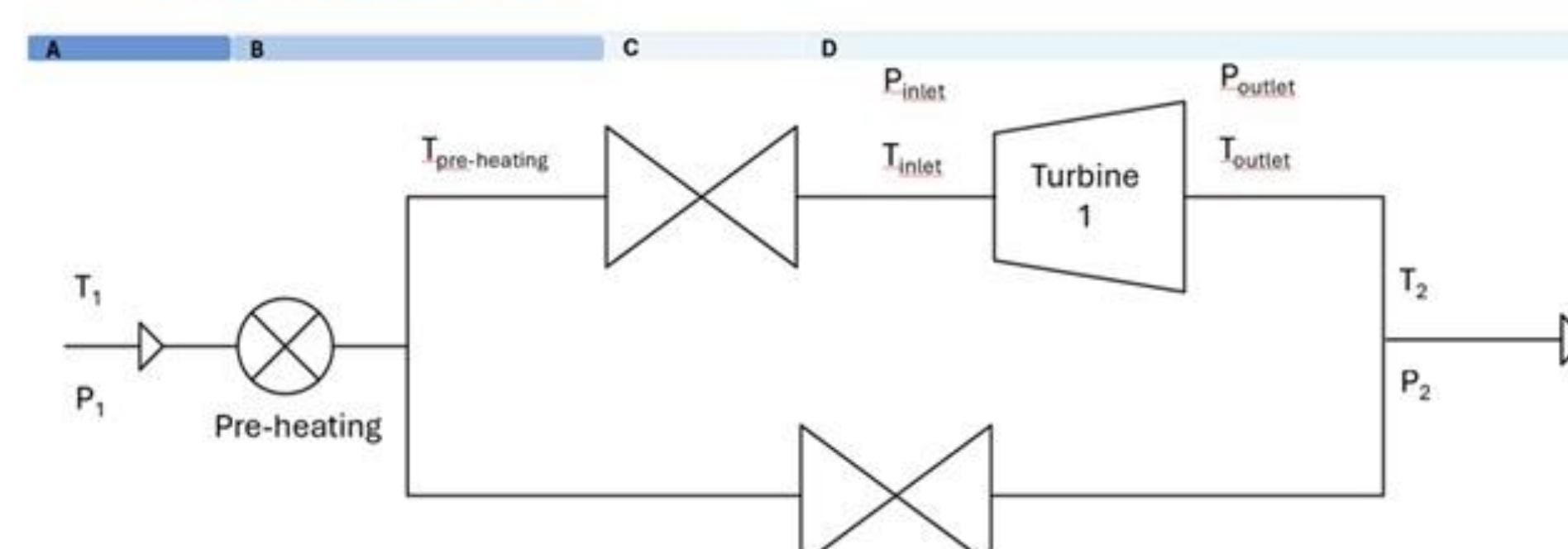
- Die Ergebnisse zeigen, dass die Architektur 3, bei der zwei Turbodetender mit geringem Entspannungspotenzial in Reihe geschaltet sind, den besten Kompromiss zwischen Energieerzeugung und Wirtschaftlichkeit bietet.
- Investitionskosten sind um 33 % niedriger als die von Turbinen mit hohem Expansionspotenzial, und die Redundanz der momentanen Stromerzeugung ermöglicht eine Kapitalrendite (IRR) von 7 Jahren und Nettogewinne von über 500 000 CHF über einen Zeitraum von 20 Jahren bei einem Stromverkaufspreis von 35,1 ct/kWh.
- Mit einem Enapter-Elektrolyseur lassen sich Gesteungskosten von 12,35 CHF/kg erzielen, die bei einem höheren Auslastungsfaktor auf 8,23 CHF/kg gesenkt werden können. Die Gesamtrentabilität des Projekts hängt jedoch vom Verkauf des Stroms ab.



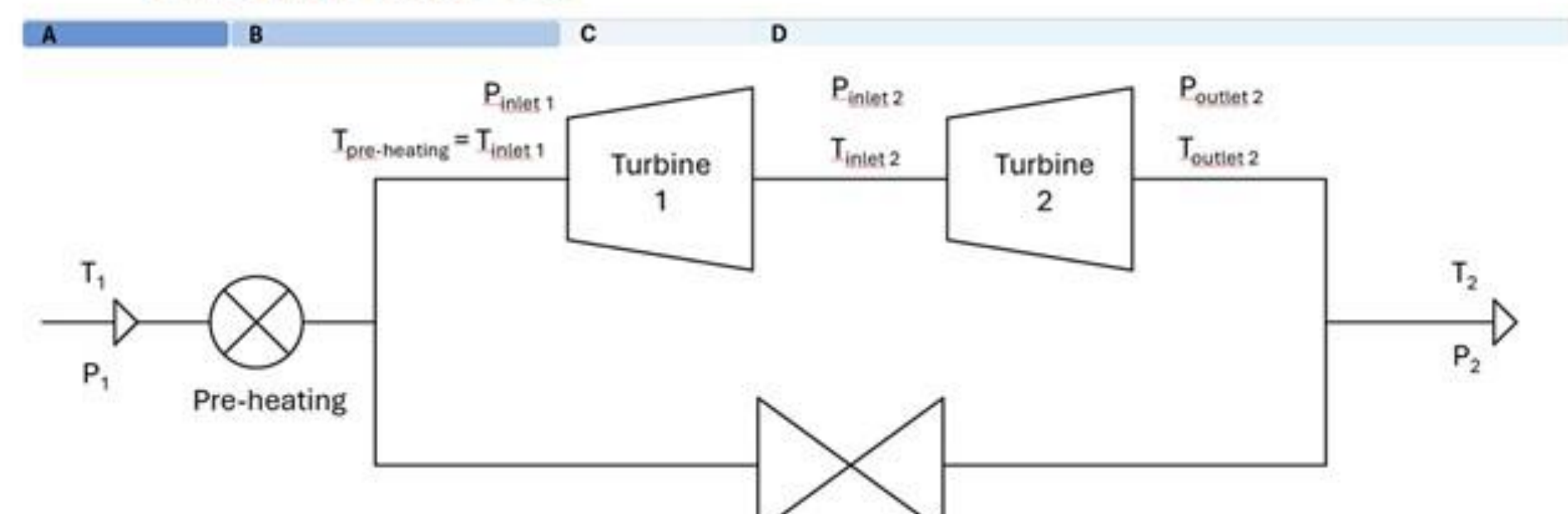
Architecture 1



Architecture 2



Architecture 3



Welche Handlungsempfehlung gibt es?

- Die Höhe der WACC hat einen entscheidenden Einfluss auf die Rentabilität der Anlage.
- Eine Erhöhung der Erdgasdurchflussmengen kann zu einer rentablen Wasserstoffproduktion führen und steht somit im Widerspruch zum politischen Willen, den Verbrauch von Gas (fossil oder erneuerbar) zu senken.
- Die Anerkennung des durch den Turbodruckminderer erzeugten Stroms als CO₂-frei ist ein entscheidender Faktor, ohne den jede Initiative sinnlos wäre.

