

## Der Absorptions-Kraft-Zyklus (AKZ) in der Solarthermie

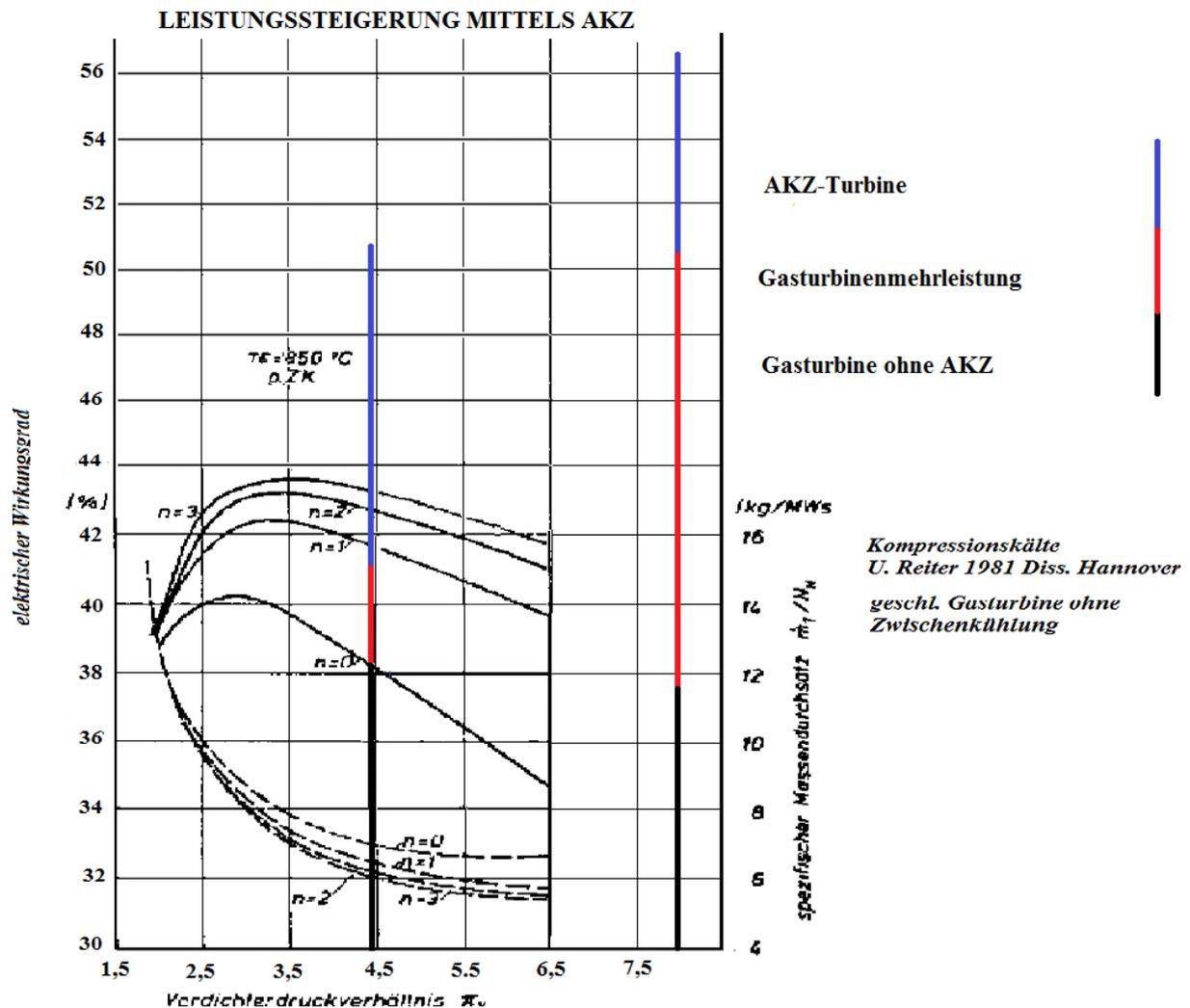
**Dr. Anno von Reth**

In der Solarturmanlage Jülich wird z.Z. erprobt, Keramikkugeln auf nahezu 1000°C zu erhitzen. Diese Kugeln sollen gleichzeitig als Wärmespeicher genutzt werden. Es ist naheliegend, dass der Wasserdampfprozess diese hohen Temperaturen nicht mit optimalem Wirkungsgrad in Strom transformieren kann. Der Einsatz eines geschlossenen Kreislaufs wurde für Kernkraftwerke bis zu 1000°C als geeignet angesehen. Ein Vorteil dieses Kreislaufs ist, dass der Temperaturbereich zwischen dem Ende der Entspannung und dem Ende der Verdichtung günstig mittels Wärmetauscher überbrückt werden kann.

Der geschlossene Gasturbinenprozess mit Wärmetauscher weist eine große Abwärme in relativ niedrigem Temperaturniveau auf, wobei diese ein gleitendes Temperaturgefälle hat. Ein solches Wärmeangebot kann mit meinem **Absorptions-Kraft-Zyklus** mit vergleichsweise hohem Wirkungsgrad in Strom umgewandelt werden. Zusätzlich kann eine Kältebereitstellung zur Vorkühlung der Verdichtereintrittstemperatur der Gasturbine bereitgestellt werden. Damit verringert sich die Verdichterarbeit der Gasturbine gleichbedeutend mit Leistungs- und Wirkungsgraderhöhung. Erst in der Kombination von Geschlossene Gasturbine mit dem Absorptions-Kraft-Zyklus werden deutlich höhere Wirkungsgrade als im Wasserdampfprozess erzielt. Ein Gesamtwirkungsgrad von über 56 % ist bei Eintrittstemperatur von 850° C erreichbar, wobei je 10 ° höherer Temperatur der Wirkungsgrad um ca. 0,5 % steigen wird. Da die Baukosten für Helistaten und Solarturm den weitaus grössten Teil der Gesamtkosten darstellen werden, bewirkt ein hoher Wirkungsgrad eine ganz wesentliche Kostensenkung solarthermischer Stromerzeugung.

Die Stromwirkungsgrade der Kombination von Geschlossene Gasturbine und Absorptions-Kraft-Zyklus sind in folgender Graphik dargestellt. Ausgangspunkt ist eine Berechnung in einer Dissertation von 1961. In ihr sind die Wirkungsgrade eines einfachen Gasturbinenprozesses nach der Zahl der zugeschalteten Kältekreisläufe (0 bis 3) eingetragen. Die Kälte wird in Kompressions-Kälteanlagen erzeugt, der hierfür benötigte Strom von der Gesamtleistung abgezogen. In der ersten eingetragenen Säule ist keine Kälteerzeugung angesetzt, nur ein Absorptions-Kraft-Zyklus zur Stromerzeugung. Eine Leistungssteigerung gegenüber einer Standardanlage tritt ein bei Auslegung auf höherem Druckverhältnis gleichbedeutend mit einer höheren Verdichtertemperatur und damit höheren Leistung des Absorptions-Kraft-Zyklus. Die Verschiebung zu höheren

Druckverhältnissen ist erwünscht, da im Wärmetauscher die Menge des umlaufenden Kreislauftmediums Luft stark abnimmt. Dessen Kosten sinken mittels des heute möglichen Einsatzes von Plattenwärme.



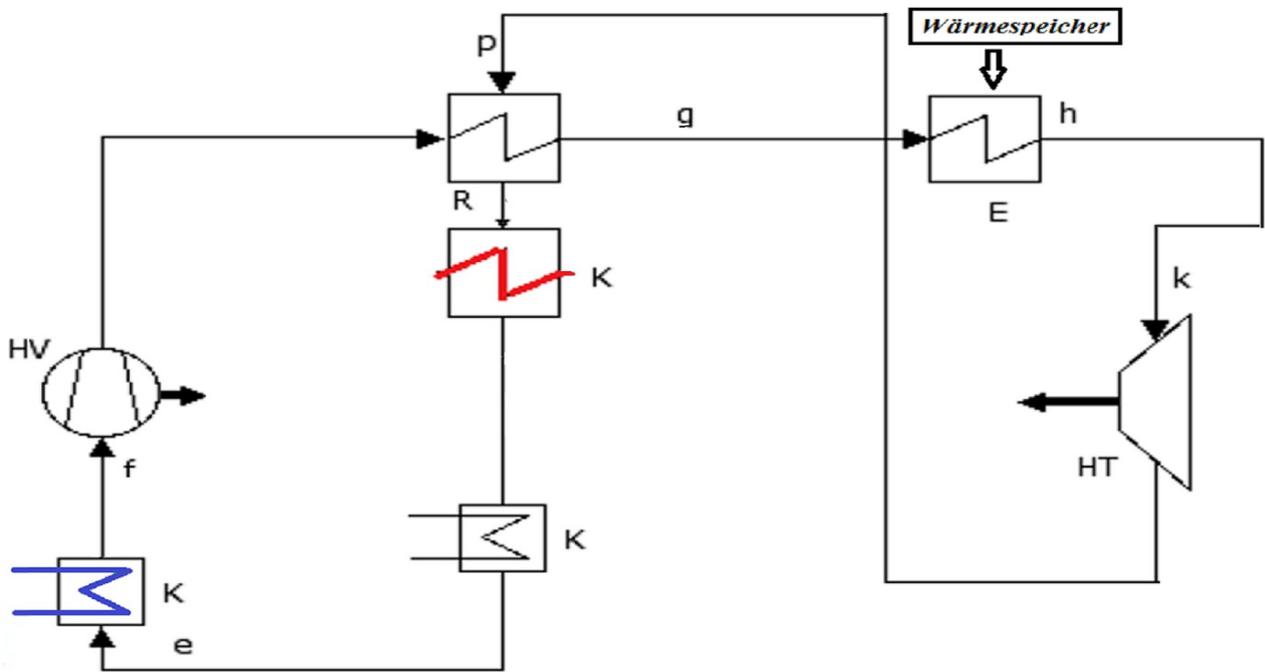
Daher wurde eine Grädigkeit von 20 K statt 30 K eingesetzt, sodass auch die Leistung der Gasturbine steigt. Die Gasturbine bringt den weitaus größten Beitrag zur Gesamtleistung. In Monoanlagen wird die Verdichtung zwischengekühlt, um die Verdichtungsarbeit zu verringern. Das ist in Kombianlagen kontraproduktiv. Dieser zusätzliche Bauaufwand für einen zweiten Verdichter und zweiten Kühler entfällt.

Stromerzeugung und Kältebereitstellung stehen nach meinen Berechnungen in Konkurrenz. Stellt der AKZ Kälte zur Unterkühlung der Gasturbinenluft bereit, so sinkt dessen Stromproduktiom, erheblich stärker steigt die der Gasturbine. Beide können vorteilhaft bei sehr hohem Druckgefälle angewendet werden. Für eine wirkungsvolle Wirkungsgrad- und Leistungssteigerung ist eine zweimalige Wärmezufuhr erforderlich. Diese ist in der rechten

Säule dargestellt, ebenfalls für jeweilige Eintrittstemperaturen von 850° C.

Die Verknüpfung beider Kreisläufe mit einer Wärmeentnahme und einer Turbine ist in folgender Graphik dargestellt.

### geschlossener Gasturbine -Kreislauf



↕ Verknüpfung ↔

### Kombinierte Strom- und Kälteerzeugung

