

# Die grösste Gasturbine der Schweiz: Installation bei Ciba-Geigy in Monthey

Autor(en): **Anderau, Bernhard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 10

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73645>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die grösste Gasturbine der Schweiz

Installation bei Ciba-Geigy in Monthey

Am 19. Dezember 1977 konnte das Ciba-Geigy-Werk Monthey eine Schweizer Premiere feiern: Die Inbetriebnahme einer gasbetriebenen Gasturbinen-Abhitze-Dampfkessel-Kombination. Die 70 m lange Anlage besteht aus einer Gasturbine – der grössten der Schweiz –, die einen Generator mit 27 MW Leistung betreibt. Die Abgaswärme der Turbine, die knapp 25 Prozent des Brennstoffs in mechanische Energie umsetzt, wird in einem nachgeschalteten Abhitzekessel im Sinne der Kraft-Wärme-Kopplung zurückgewonnen. Daraus ergibt sich eine Dampfleistung von 80 t/h, die mittels Zusatzverbrennung – die Turbinenabgase weisen noch 16,5 Prozent Sauerstoffgehalt auf – auf 120 t/h gesteigert wird.

Auf dem Gasturbinenbau hat die schweizerische Maschinenindustrie Pionierleistungen erbracht. Schon an der Landesausstellung 1939 in Zürich war die erste Gasturbine zu sehen, die nicht mehr Versuchen allein diente, sondern täglich

elektrische Energie erzeugt. Seither haben die grossen Maschinenbaufirmen des Landes sowohl in der Schweiz, aber vor allem im Ausland, Hunderte von Anlagen gebaut. Bei der neuesten Anlage in Monthey handelt es sich wiederum um eine Pionierleistung mit einem für diese Anlagenkombination *ausserordentlich hohen Gesamtwirkungsgrad*, der je nach Betriebsart 82 bis 88 Prozent beträgt. Dass es die grösste Gasturbine (27 MW) der Schweiz ist, weist zugleich auf grössere Anlagen (bis 100 MW) im Ausland hin.

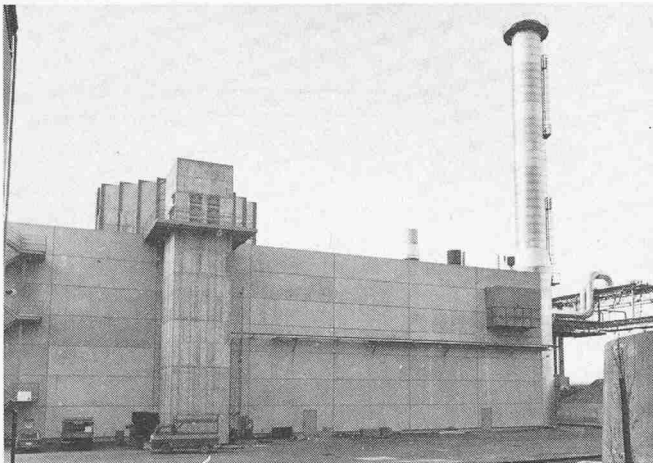
Die gesamten Anlagekosten mit allen Nebenbetrieben, wie Wasserdemineralisierung, Heizöllagerung, Hochspannungsanschluss usw., betragen 40 Millionen Franken.

In bezug auf den Wirkungsgrad sei zum Vergleich erwähnt, dass die neuesten Kernkraftwerke Nutzleistungen von 800 bis 1000 MW aufweisen, während etwa die doppelte Energiemenge mit der Kühlung verlorengeht. Als Gesamtwirkungsgrad resultieren magere 33 Prozent. Die modernste Auslegung für eine thermische Kraftwerkzentrale mit fossilen Brennstoffen als Compoundprozess Gasturbine-Dampfturbine erreicht für eine 300-MW-Einheit bereits 48 Prozent Gesamtwirkungsgrad; die restlichen 52 Prozent sind ebenfalls hauptsächlich Kühlverluste.

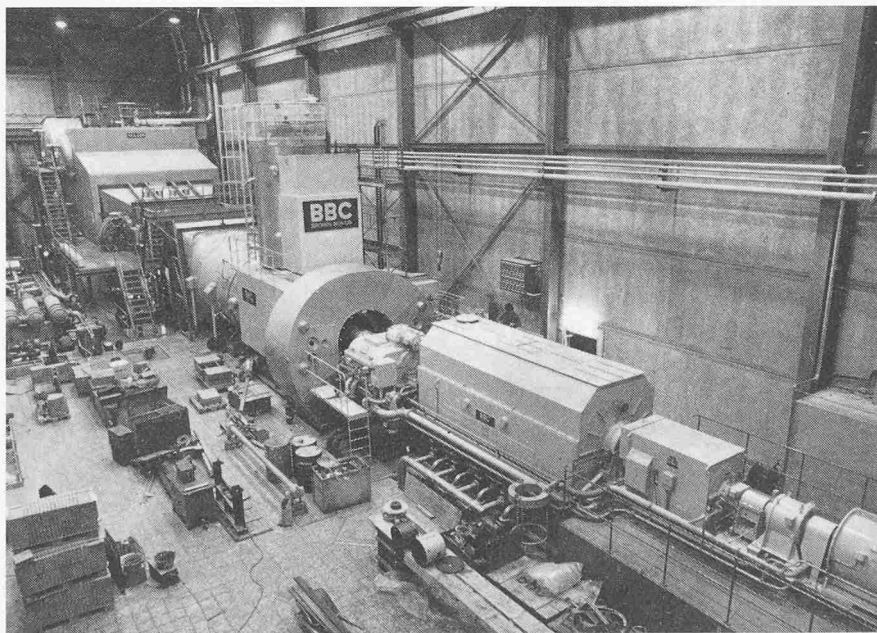
Aus diesen wenigen Zahlen geht deutlich hervor, wo eine Lösung des Energieproblems liegen könnte. Die riesigen Kühlverluste müssen als Wärme genutzt werden. Die Pionierleistung, die hierfür zu erbringen ist, liegt aber nicht auf der technischen Ebene, sondern in der Harmonisierung der Interessen.

## Das Funktionsprinzip

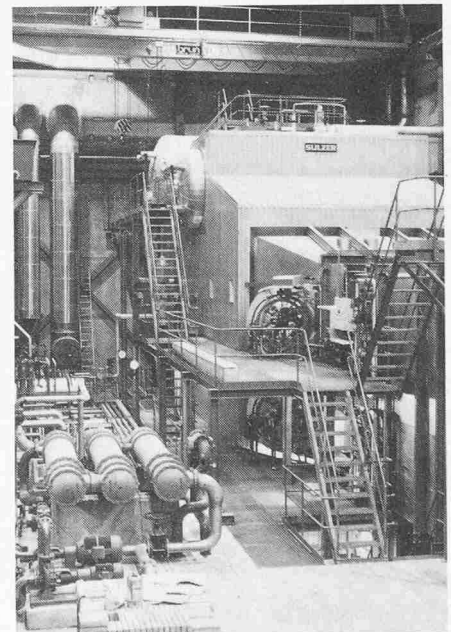
Die Anlage in Monthey ist ein *Wärmegekoppelungsprozess zur Erzeugung von Dampf und elektrischer Energie* und besteht aus einer *Gasturbine*, einem *Abhitzekessel* und einem *Kreislauf zur Rückführung eines Teiles der Verlustwärmern*. Das ökologiefreundliche *Erdgas* ist der hauptsächlich verwendete Brennstoff. Das Gas wird einem *Seitenstrang der Transitleitung*



Aussenansicht der neuen Energiezentrale. Der senkrechte Kanal in der Gebäudemitte ist der Luftansaug der Gasturbine



27-MW-Gasturbinenanlage. Von vorne nach hinten: Anlasser, Generator, Getriebe, Gasturbine, Brennkammer mit Gas-/ölbrenner, Abhitzekessel



Abhitzekessel mit seitlichem Nachbrenner sowie Hilfsinstallationen

*Holland-Italien* entnommen. Die optimale Nutzung der vertraglichen Verbrauchsmenge regelt eine Vereinbarung mit den Gaslieferanten. Als lagerfähiger Reservebrennstoff steht Heizöl extra leicht bereit. Für die wenigen Jahresstunden des Ölbetriebes würde sich eine gasturbinenkonforme Raffinierung von Schweröl nicht lohnen.

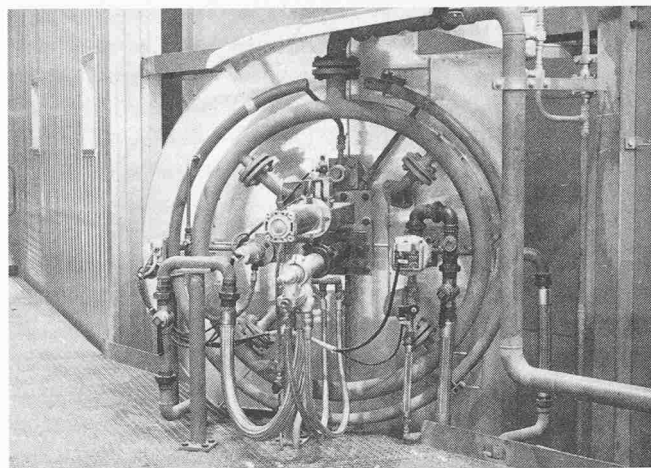
Luft dient als Medium für den Energieumsatz. Sie wird über einen Filter angesogen, mit einem Kompressor auf den Druck von 8 bar gebracht und einer Brennkammer zugeführt. Hier erfolgt mit Erdgas (rund 10000 m<sup>3</sup>/h) die Erwärmung auf 950 °C. Anschliessend wird in einer vierstufigen Turbine die gespeicherte Energie der heissen, komprimierten Luft zum Teil in mechanische Antriebsenergie für Kompressor und Generator umgesetzt. Der Generator leistet 27 MW (= 27000 kW). Die etwa 550 °C warme Abluft am Austritt der Turbine gelangt in einen Abhitzekeessel der im Normalbetrieb ohne Nachverbrennung etwas über 80 t/h Dampf von 13 bar und 200 °C erzeugt. Da die Turbinenabgase noch reichlich Sauerstoff enthalten, erlaubt ein Nachbrennungssystem die Dampfleistung bis auf 120 t/h zu steigern. Der Dampf wird als Heizmedium für chemische Prozesse im Werk benötigt.

### Selbsterzeugte Energie zur Elektrolyse von Kochsalz

Die wegleitende Idee, die zur Gründung des Werkes in Monthey führte, war der Betrieb einer *Elektrolyse für Kochsalz*, das aus der Mine vom naheliegenden *Bex* gefördert wird. Seit mehr als 75 Jahren wird mit der Wasserkraft der Vièze elektrische Energie erzeugt, um die Sole (Kochsalzlösung) in die Bestandteile Chlor, Natronlauge und Wasserstoff zu zerlegen. Diese Rohstoffe werden zum grössten Teil in den eigenen Betrieben gebraucht. Die Bereitstellung selbsterzeugter Energie war deshalb für das Werk Monthey stets ein Anliegen. Elektrochemie lässt sich nur aufbauen mit einem äusserst günstigen Strompreis und gesicherter Lieferung, die dem Unternehmen langfristig die erforderliche Unabhängigkeit garantiert. Diese Versorgungspolitik führte Schritt für Schritt zu verschiedenartigen Produktionsanlagen für elektrische Energie.

### Bestehende Anlagen

Die Ciba-Geigy verfügt heute über elektrische Energie aus drei Anlagentypen:

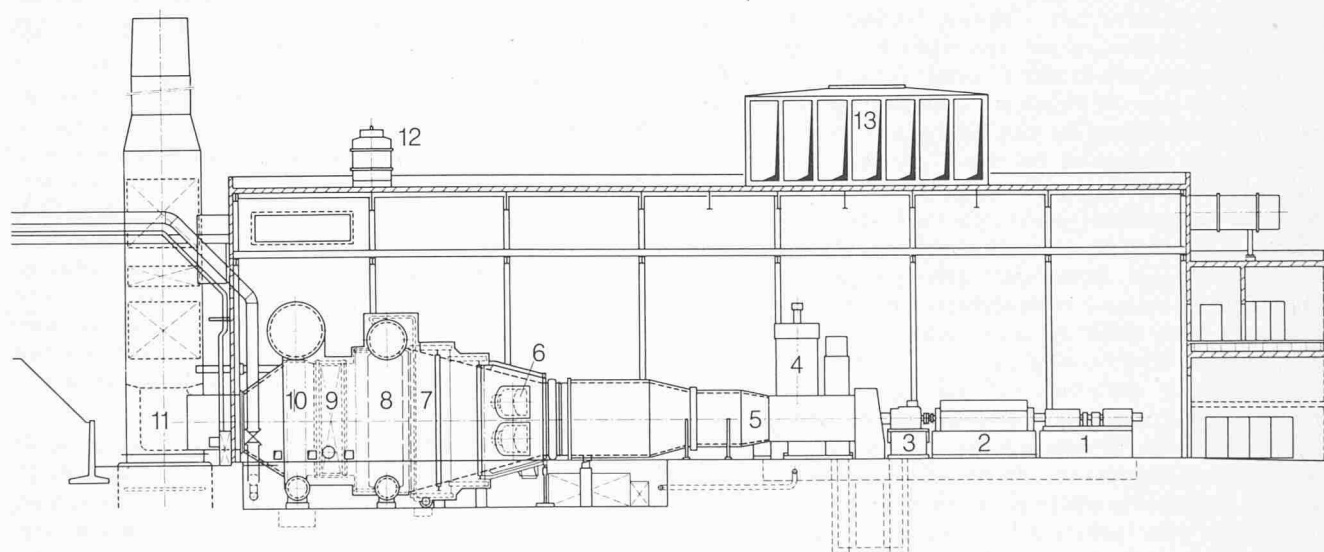


Einer der vier Gas/öl-Zweistoffbrenner des Abhitzekeessels, die gleichzeitig Gas und Öl verbrennen können

- Die Werke Tine und Vièze in Monthey sowie die Zentrale in Orsières sind Flusswerke ohne nennenswerte Akkumulierungsmöglichkeiten.
- Mit einer Beteiligung am Staudamm «Toules», der Kraftwerkgruppe am Grossen St. Bernhard, steht hydraulische Akkumulierenergie zur Verfügung.
- Die thermischen Gruppen liegen innerhalb des Werksareals und umfassen zwei Gegendruckdampfturbinen und die neu installierte Gasturbine, die als weitere Diversifikation die Priorität auf die Erzeugung von elektrischer Energie setzt.

### Saisonbedingter Produktionsausgleich

Die Energieliefermöglichkeiten aus den drei Anlagentypen sind nicht gleichmässig über das Kalenderjahr verteilt. Die Flusswasserwerke produzieren vor allem in den Regenperioden, beginnend vor der Schneeschmelze bis nach den Nassperioden vor dem Einwintern. Im Winter dagegen übernehmen die thermischen Gruppen den Hauptanteil der Stromversorgung, da sich in der kalten Jahreszeit auch der Dampfbedarf des Werkes mehr als verdoppelt. Die Akkumulierenergie am Grossen St. Bernhard steht schliesslich immer dann



Schema der Gasturbinenanlage: 1 Anlassermotor, 2 25-MW-Generator, 3 Getriebe, 4 Brennkammer mit Gas-/öl-EL-Simultan-Zweistoffbrenner, 5 Gasturbine, 6 Gas-/Heizöl-EL-Simultanbrenner für Zusatzverbrennung im Abhitzekeessel, 7 Überhitzer, 8 Hochdruckverdampfer, 9 Economiser, 10 Niederdruckverdampfer, 11 Abgaskamin mit Schalldämpfereinsätzen, 12 Kühlturm, 13 Verbrennungsluftanzug

zur Verfügung, wenn die Produktion der Flusswerke und der thermischen Anlagen aus irgend einem Grunde nicht ausreichen (trockene Sommer, Maschinenrevision oder technische Pannen). Der saisonbedingte Ausgleich zwischen Flusswerken und thermischen Anlagen erlaubt ferner, dank dem Rückhalt der Akkumulierenergie, nicht nur die öffentliche Stromversorgung der Gemeinde Monthey und des Tales Val d'Illiez zu speisen, sondern darüber hinaus noch Energie auf dem Markt abzusetzen.

#### Warum eine Gasturbine?

Im Rahmen dieses Artikels können nur ein paar Argumente des Evaluationsprozesses erwähnt werden. Die Gesamtinvestition für die Gasturbine mit Abhitzekegel lag rund 10 Prozent tiefer als für einen Hochdruck-Dampfkessel mit Gegendruckturbine. Als Vergleichsbasis diente eine maximale Dampfabgabe in das Werksnetz von 120 t/h.

Der Verbundprozess Hochdruckkessel-Gegendruckturbine liefert innerhalb der technischen Möglichkeiten nur etwa halb so viel elektrische Energie wie die Wärmekopplung Gasturbine-Abhitzekegel. Der Grund dafür liegt in der tieferen Prozesstemperatur von etwa 520 °C beim Dampfeintritt in die Gegendruckturbine gegenüber etwa 950 °C beim Lufteintritt in die Gasturbine.

## Entstehen Eiszeiten zufällig?

Die viel diskutierte Befürchtung, durch steigende Zivilisations-Aktivitäten könne das Klima nachhaltig verändert werden, erscheint jetzt in einem neuen Licht: Am *Max-Planck-Institut für Meteorologie* in Hamburg hat *Klaus Hasselmann* ein neuartiges *Klimamodell* entwickelt, das die Klimaschwankungen der letzten 100 000 Jahre in guter Übereinstimmung mit der Wirklichkeit darstellt, die Eiszeiten aber als «statistische Unfälle» und nicht als Folge äusserer Einflüsse erscheinen lässt. Dem Modell liegt die Vorstellung zugrunde, dass die Atmosphäre, gemeinsam mit den Land- und Meeresoberflächen der Erde, eine gigantische *Wärmemaschine* bildet, in der die Ozeane als Wärme-Zwischenspeicher eine entscheidende Rolle spielen. Doch die Funktion der Ozeane ist bei diesem Klima-Modell mit der eines Roulett-Spielers zu vergleichen.

Bei der Klimaforschung geht es – ähnlich wie in anderen Bereichen der Wissenschaft – darum, Einblick in ein komplexes System wechselseitiger Verknüpfungen zu gewinnen, ohne das Gesamtsystem in allen Einzelheiten zu durchleuchten. Selbst dort, wo man die Physik schon vollständig zu verstehen glaubt, ist die Kapazität der jetzt verfügbaren und in Zukunft zu erwartenden Computer bei dem Versuch, Klimasysteme modellhaft nachzubilden, noch völlig überfordert. Der Klimaforscher ist darum darauf angewiesen, *stark vereinfachte, ideale Modelle* zu erarbeiten. Seine Aufgabe besteht darin, die wichtigsten Prozesse herauszukristallisieren und in «idealisiert» Form in ein noch berechenbares Gesamt-Klimamodell einzubetten. Was bisher dabei herauskam, waren *zwei sehr unterschiedliche Modelle*, nämlich:

– das *allgemeine Zirkulationsmodell* (General Circulation Model, GCM). Sein wichtigstes Merkmal ist die hohe Auflösung sämtlicher Bewegungen der Atmosphäre, die horizontal in ein Gitternetz von 300 bis 500 Kilometer Weite und in 5 bis 11 Höhengichten eingeteilt wird. Man erfasst auf diese Weise zwar gut die kurzperiodischen Wetterschwankungen im Bereich von einigen Tagen, doch da alle klimawirksamen Grössen wie die Temperatur der Ozeane, die Eis- und Vegetationsbedeckung der Erdoberfläche oder die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre, nicht variiert, sondern als feste Grössen angenommen werden, ist

Der Autonomiefaktor definiert als *erzeugbare* elektrische Energie je Tonne Dampfverbrauch des Werkes im Vergleich zur *benötigten* elektrischen Energie je Tonne Dampfverbrauch des Werkes, berechnet sich für die Dampfturbine zu 53 Prozent, für die Gasturbine jedoch zu 101 Prozent, d.h. der Werksbedarf wird in diesem Fall ideal abgedeckt, während beim Dampfturbinenbetrieb die fehlenden 47 Prozent durch andere Stromerzeuger oder durch Zukauf gedeckt werden müssten.

Bei tiefen Aussentemperaturen steigt die elektrische Energieabgabe bei der Gasturbine. Diese Charakteristik wird besonders während der Stromverknappung in den Wintermonaten geschätzt und existiert bei der Gegendruckturbine nicht.

Schliesslich ist der Preis einer selbsterzeugten kWh aus beiden thermischen Prozessen, Gegendruck- oder Gasturbine, annähernd gleich. Der brennstoffbezogene Gesamtwirkungsgrad liegt zwar bei einem Hochdruckkessel mit Gegendruckturbine etwa bei 92 Prozent gegenüber 82 bis 88 Prozent, je nach Betriebsart, bei der Gasturbine mit Abhitzekegel. Es darf aber nicht ausser acht gelassen werden, dass im letzten Fall fast doppelt so viel elektrische Energie anfällt, die den höheren Brennstoffbedarf abdeckt.

Bernhard Anderau, Monthey

dieses Modell wohl für die Wettervorhersage, doch nicht für die Untersuchung langfristiger Klimaschwankungen geeignet.

– das *statistisch-dynamische Modell* (Statistical Dynamical Model, SDM). Hier werden die klimawirksamen Grössen nicht festgehalten, sondern es werden Entwicklungsgesetze in der Form prognostischer Gleichungen postuliert. Die schnellen Veränderungen des Wettersystems werden dabei ignoriert. Dadurch erhält man zwar ein sehr einfaches Modell, das es erlaubt, die Entwicklung des Klimas über lange Zeit rechnerisch zu verfolgen. Doch Klimaveränderungen ergeben sich nur, wenn man im Modell die äusseren Bedingungen, etwa die Sonneneinstrahlung, ändert. So ist es mit diesem Modell bisher nicht gelungen, die verschiedenen Perioden der beobachteten Klimaschwankungen in einfacher Weise mit den errechenbaren Veränderungen zu verknüpfen.

Das neue Klimamodell – Hasselmann bezeichnet es als *Modell der Zufalls-Wirkungen* (Stochastic Forcing Model) – baut auf dem Gedanken auf, die ständig beobachteten Klimaschwankungen seien nicht durch äussere Einwirkungen, sondern im System selbst entstanden. Die kurzperiodischen Wetterschwankungen werden in diesem Modell nicht einfach ignoriert, sondern üben ständig in Form einer Zufallsfolge Wirkungen auf die trägen Elemente des Systems aus. Die trägen Elemente sind die Eisbedeckung und die Wassermassen der Meere, die vielen kleinen Einzelwirkungen bestehen in den Sturmtiefs und Hochs, die über die Meere und Eisgebiete hinwegziehen.

Das Ergebnis dieses neuen Konzepts ist überraschend: Sobald man die Einwirkungen des Wetters berücksichtigt, stellen sich die Klimaschwankungen auf natürliche Weise ganz von selbst ein, und auch die Schwankungsamplituden der verschiedenen Perioden werden bei diesem Modell qualitativ richtig vorhergesagt: In einem Beobachtungszeitraum von 100 Jahren sind die klimatischen Temperaturschwankungen nur sehr gering und bleiben unter 1 °C. Innerhalb von 1000 Jahren werden die Temperaturschwankungen schon grösser