

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer: 83102038.3

⑤① Int. Cl.³: F 01 D 3/02

㉔ Anmeldetag: 02.03.83

③① Priorität: 16.03.82 DE 3209506

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.83 Patentblatt 83/38

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR IT LI NL

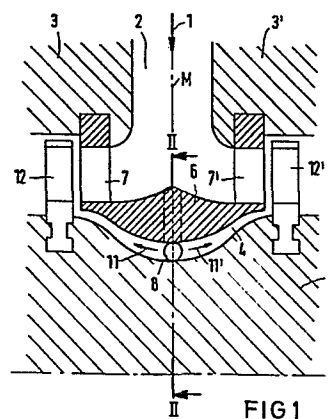
⑦① Anmelder: KRAFTWERK UNION
AKTIENGESELLSCHAFT
Wiesenstrasse 35
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)

⑦② Erfinder: Keller, Herbert
Krähenbüschken 4
D-4330 Mülheim (Ruhr)(DE)

⑦④ Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al.,
Postfach 22 01 76
D-8000 München 22(DE)

⑤④ Axial beaufschlagte Dampfturbine, insbesondere in zweiflutiger Ausführung.

⑤⑦ Im Bereich der Dampfeinströmung ist zwischen der Welle (5) und einer ringförmigen Wellenabschirmung (6) ein Ringkanal (4) gebildet. Um die thermischen Beanspruchungen der Welle (5) im Bereich der Dampfeinströmung zu reduzieren, sind in die Wellenabschirmung (6) Düsen (8) eingebracht, welche in den Ringkanal (4) tangential einmünden. Dadurch wird unter Umgehung des ersten Leitschaufelkranzes ein geringer Teilstrom des einströmenden Dampfes in den Ringkanal (4) als eine der Wellenumfangsgeschwindigkeit vorausseilende Drallströmung (11, 11') eingeleitet. Die Grenzschichttemperatur an der Welle (5) ist dabei gleich der durch die Erhöhung der kinetischen Energie abgesenkten statischen Temperatur, vermehrt um den Stautemperaturanteil der vergleichsweise geringen Relativgeschwindigkeit zwischen Drallströmung (11, 11') und Wellenumfangsgeschwindigkeit. Somit kann durch die in den Ringkanal (4) eingeleitete Drallströmung (11, 11') eine wirksame Kühlung der Welle (5) im Bereich der Dampfeinströmung erzielt werden.



5 Axial beaufschlagte Dampfturbine, insbesondere in zwei-
flutiger Ausführung

Die Erfindung bezieht sich auf eine axial beaufschlagte Dampfturbine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Eine derartige Dampfturbine ist aus der FR-PS 851 531 bekannt. Bei einer dort dargestellten zweiflutigen Dampfturbine ist im Bereich der in der axialen Mitte erfolgenden Dampfeinströmung eine Wellenabschirmung angeordnet, welche an den radial inneren Enden der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelkränze beider Fluten befestigt ist. Die die Welle mit Abstand umschließende Wellenabschirmung ist dabei am Außenumfang so ausgebildet, daß der in radialer Richtung einströmende Dampf auf beide Fluten gleichmäßig aufgeteilt und in die axiale Richtung umgelenkt wird. Die Wellenabschirmung verhindert somit ein unmittelbares Anströmen der Wellenoberfläche durch den in radialer Richtung einströmenden Dampf.

25 Aus W. Traupel "Thermische Turbomaschinen", Band 2, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1968, Seite 341, ist es auch bekannt, bei einer axial beaufschlagten einflutigen Dampfturbine im Bereich der Dampfeinströmung ein Abschirmblech anzuordnen und in den zwischen Welle und Abschirmblech gebildeten Ringkanal von außen her Kühldampf einzuführen. Der Kühldampf strömt dann in dem Ringkanal bis vor den ersten Laufschaufelkranz. Auf diese Weise können die zusätzlich zu den hohen Fliehkraftbeanspruchungen der Welle im Bereich der Dampfeinströmung und im Bereich der Laufschaufelbefestigung des ersten Laufschaufelkranzes auftretenden thermischen Beanspruchungen reduziert werden. Hierzu ist jedoch die mit einigem Aufwand verbundene Bereitstellung von Kühldampf

30
35

erforderlich. Außerdem ist eine derartige von außen her
erfolgende Einleitung von Kühldampf in den zwischen Wel-
lenabschirmung und Welle gebildeten Ringkanal bei zwei-
flutigen Dampfturbinen nur möglich, wenn die Leitung für
5 die Zufuhr des Kühldampfes im Bereich der Dampfeinströ-
mung verlegt wird. Eine derartige Ausführung ist aus der
Zeitschrift "BBC-Nachrichten", 1980, Heft 10, Seite 378,
bekannt. Durch die Verlegung der Leitung für die Zufuhr
des Kühldampfes in den Bereich der Dampfeinströmung ent-
10 stehen jedoch zusätzliche Strömungsverluste. Die Kühlung
der Welle im Bereich der Dampfeinströmung durch Kühl-
dampf ist auch thermodynamisch ungünstig, weil der kalte
Kühldampf die mittlere Arbeitsmitteltemperatur in der
Dampfturbine absenkt. Durch die Zufuhr von Kühldampf kön-
15 nen aber auch regeltechnische Probleme im Falle einer
Lastabschaltung entstehen, da der Kühldampf die Dampftur-
bine bzw. den Turbosatz auf Überdrehzahl bringen könnte,
sofern die Kühldampfzufuhr nicht durch separate Sicher-
heitsventile abgeschaltet wird.

20

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einer
axial beaufschlagten Dampfturbine der eingangs genannten
Art die thermischen Beanspruchungen der Welle im Bereich
der Dampfeinströmung ohne die Verwendung von Kühldampf
25 weiter zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kenn-
zeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 aufgeführten Merk-
male gelöst.

30

Bei der erfindungsgemäßen Dampfturbine wird also unter Um-
gehung des ersten Leitschaufelkranzes ein geringer Teil-
strom des insgesamt einströmenden Dampfes durch tangen-
tial angeordnete Düsen dem unter der Wellenabschirmung
liegenden Wellenbereich zugeführt. Die Geschwindigkeit
mit welcher dieser Teilstrom in den zwischen Welle und
Wellenabschirmung gebildeten Ringkanal eintritt, entspricht

dem im ersten Leitschaufelkranz verarbeiteten Gefälle.
Die in die Wellenabschirmung eingebrachten Düsen sind
dabei in bezug auf die Drehrichtung der Welle so ausge-
richtet, daß die sich im Ringkanal ausbildende Drall-
5 strömung der Wellenumfangsgeschwindigkeit vorseilt.
Die Grenzschichttemperatur an der Welle entspricht dann
der durch die Erhöhung der kinetischen Energie abgesenk-
ten statischen Temperatur des Dampfes, vermehrt um den
Stautemperaturanteil der vergleichsweise geringen Re-
10 lativgeschwindigkeit zwischen der Drallströmung und der
Wellenumfangsgeschwindigkeit. Durch die in die Wellenab-
schirmung tangential eingebrachten Düsen kann somit eine
wirksame Kühlung der Welle im Bereich der Dampfeinströ-
mung und im Bereich der Laufschaufelbefestigung des er-
15 sten Laufschaufelkranzes erzielt werden.

Bei einer axial beaufschlagten Dampfturbine in zweifluti-
ger Ausführung, bei welcher die Wellenabschirmung an den
radial inneren Enden der Leitschaufeln der ersten Leit-
20 schaufelkränze beider Fluten befestigt ist, ist bei einer
bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, daß die Düsen in
der axialen Mitte in den Ringkanal einmünden. Der durch
die mittigen Düsen in den Ringkanal eintretende Teil-
strom wird dann gleichmäßig in zwei Drallströmungen auf-
25 geteilt, welche in axialer Richtung entlang der Welle je-
weils bis zum ersten Laufschaufelkranz strömen.

Eine weitere Verbesserung der Kühlwirkung kann dadurch
erzielt werden, daß die erste Stufe als Schwachreaktions-
30 Stufe ausgebildet ist bzw. daß bei einer zweiflutigen
Ausführung bei beiden Fluten jeweils die erste Stufe als
Schwachreaktions-Stufe ausgebildet ist. Hierdurch soll
ein möglichst großes Gefälle im ersten Leitschaufelkranz
verarbeitet werden, so daß durch die entsprechende Er-
35 höhung der kinetischen Energie die statische Temperatur
des in den Ringkanal eingeleiteten Teilstromes möglichst
weit abgesenkt wird.

Weiterhin hat es sich aus fertigungstechnischen Gründen als zweckmäßig erwiesen, wenn insgesamt vier über den Umfang der Wellenabschirmung gleichmäßig verteilt angeordnete Düsen vorgesehen sind.

5

Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Dampfturbine ist der Querschnitt der Düsen derart bemessen, daß der in den Ringkanal gelangende Dampfmassenstrom etwa 3 % des insgesamt im Bereich der

10 Dampfeinströmung zugeführten Dampfmassenstromes beträgt. Hierdurch kann bei einer wirksamen Kühlung der Welle die durch die teilweise Umgehung des ersten Leitschaufelkranzes bedingte Verbrauchserhöhung auf äußerst niedrige Werte begrenzt werden.

15

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt in stark vereinfachter schematischer Darstellung

20 Fig. 1 den Einströmbereich einer zweiflutigen Dampfturbine im Längsschnitt und

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß der Linie II-II der Fig. 1.

25 Gemäß Fig. 1 strömt der Dampf in Richtung des Pfeiles 1 radial nach innen durch einen ringförmigen Einströmkanal 2, welcher durch die Leitschaufelträger 3 bzw. 3' der beiden spiegelbildlich zur axialen Mitte M angeordneten Fluten gebildet ist. Der in radialer Richtung einströmende Dampf wird dann unter Umlenkung in die axiale Richtung
30 auf beide Fluten gleichmäßig aufgeteilt, wobei jedoch ein geringer Teilstrom in einen Ringkanal 4 eingeleitet wird, welcher zwischen der Welle 5 und einer dazu konzentrischen Wellenabschirmung 6 gebildet ist und durch eine entsprechende Formgebung von Welle 5 und Wellenabschirmung 6 von
35 der axialen Mitte M ausgehend nach beiden Seiten hin etwas ansteigt. Die Wellenabschirmung 6 ist an den radial

inneren Enden der Leitschaufeln 7 bzw. 7' des jeweils ersten Leitschaufelkranzes beider Fluten befestigt. Die Leitschaufeln 7 und 7' sind ihrerseits in die Leitschaufelträger 3 bzw. 3' eingesetzt.

5

In die Wellenabschirmung 6 sind nun insgesamt vier über den Umfang gleichmäßig verteilt angeordnete Düsen 8 als Bohrungen eingebracht. Wie es insbesondere aus dem Querschnitt der Fig. 2 ersichtlich ist, sind die Düsen 8 so ausgebildet, daß sie in der durch den Pfeil 9 angedeuteten Drehrichtung der Welle gesehen tangential in den zwischen Welle 5 und Wellenabschirmung 6 gebildeten Ringkanal 4 einmünden. Da der von dem einströmenden Dampf abgezweigte Teilstrom durch die Düsen 8 tangential in den Ringkanal 4 eintritt, bildet sich dort eine durch den Pfeil 10 angedeutete Drallströmung aus, welche der Wellenumfangsgeschwindigkeit vorseilt.

Die Drallströmung 10 teilt sich dann in zwei von der axialen Mitte M ausgehende Drallströmungen auf, welche in der Fig. 1 durch die Pfeile 11 und 11' angedeutet sind und die Welle 5 entlang bis zu den Laufschaufeln 12 bzw. 12' des jeweils ersten Laufschaufelkranzes der beiden Fluten strömen. Dabei umgehen die beiden Drallströmungen 11 und 11' die Leitschaufeln 7 bzw. 7' des jeweils ersten Leitschaufelkranzes beider Fluten. Die Geschwindigkeit mit welcher der von dem einströmenden Dampf abgezweigte Teilstrom in die Düsen 8 eintritt entspricht damit dem jeweils im ersten Leitschaufelkranz der beiden Fluten verarbeiteten Gefälle, wobei diese Eintrittsgeschwindigkeit durch eine Ausbildung der jeweils ersten Stufe als Schwachreaktions-Stufe gesteigert werden kann.

Die Wellenabschirmung 6 verhindert einerseits ein unmittelbares Anströmen der Oberfläche der Welle 5 durch den in Richtung des Pfeiles 1 radial einströmenden heißen Dampf. Andererseits entspricht die Grenzschichttemperatur

der Drallströmungen 10 bzw. 11 und 11' in dem Ringkanal 4 der durch die Erhöhung der kinetischen Energie abgesenkten statischen Temperatur des Dampfes, vermehrt um den Stautemperaturanteil der Relativgeschwindigkeit zwischen 5 Drallströmung 10 bzw. 11 und 11' und Wellenumfangsgeschwindigkeit. Der Stautemperaturanteil ist dabei gering, da die genannte Relativgeschwindigkeit durch die gewählte Ausrichtung der Düsen 8 ebenfalls vergleichsweise gering ist.

10

Der in den Ringkanal 4 durch die Düsen 8 eintretende Dampfmassenstrom beträgt etwa 3 % des insgesamt durch den Einströmkanal 2 zugeführten Dampfmassenstromes. Die Temperaturabsenkung in dem unterhalb der Wellenabschirmung 6 15 liegenden Bereich der Welle 5 liegt gegenüber der Temperatur des einströmenden Dampfes bei 20° K am Anfang des Drallfeldes in der axialen Mitte M und bei 10 bis 15° K am jeweiligen Ende des Drallfeldes. Die für diese Kühlung der Welle erforderliche Verbrauchserhöhung liegt bei un- 20 gefähr 0,06 % und entspricht damit den bei Fremdkühlung durch von außen her eingeleiteten Kühltampf erreichbaren Werten. Die geringfügige Verringerung der Kühlwirkung am jeweiligen Ende des Drallfeldes kann ggf. durch eine auf der Welle 5 zusätzlich angeordnete Laufschaufelreihe vermieden werden. Diese in der axialen Mitte M und im Ring- 25 kanal 4 angeordnete Laufschaufelreihe könnte zweckmäßigerweise als Freistrahlturbine ausgebildet werden.

6 Patentansprüche

2 Figuren

Patentansprüche

1. Axial beaufschlagte Dampfturbine, insbesondere in zweiflutiger Ausführung, mit einer im Bereich der Dampf-
5 einströmung angeordneten ringförmigen Wellenabschirmung, welche die Welle mit Abstand umschließt und mit den radial inneren Enden der Leitschaufeln des ersten Leitschaufelkranzes verbunden ist, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t, daß in die Wellenabschirmung (6)
10 Düsen (8) eingebracht sind, welche in Drehrichtung (9) der Welle (5) gesehen tangential in den zwischen Welle (5) und Wellenabschirmung (6) gebildeten Ringkanal (4) einmünden.
- 15 2. Axial beaufschlagte Dampfturbine in zweiflutiger Ausführung nach Anspruch 1, bei welcher die Wellenabschirmung an den radial inneren Enden der Leitschaufeln der ersten Leitschaufelgrenze beider Fluten befestigt ist, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Düsen
20 (8) in der axialen Mitte (M) in den Ringkanal (4) einmünden.
3. Axial beaufschlagte Dampfturbine nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die
25 erste Stufe als Schwachreaktions-Stufe ausgebildet ist.
4. Axial beaufschlagte Dampfturbine in zweiflutiger Ausführung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß bei beiden Fluten jeweils die erste
30 Stufe als Schwachreaktions-Stufe ausgebildet ist.
5. Axial beaufschlagte Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß insgesamt vier über den Umfang der
35 Wellenabschirmung (6) gleichmäßig verteilt angeordnete Düsen (8) vorgesehen sind.

6. Axial beaufschlagte Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t, daß der Querschnitt der Düsen (8) derart bemessen ist, daß der in den Ringkanal (4) gelangende
- 5 Dampfmassenstrom etwa 3 % des insgesamt im Bereich der Dampfeinströmung zugeführten Dampfmassenstromes beträgt.

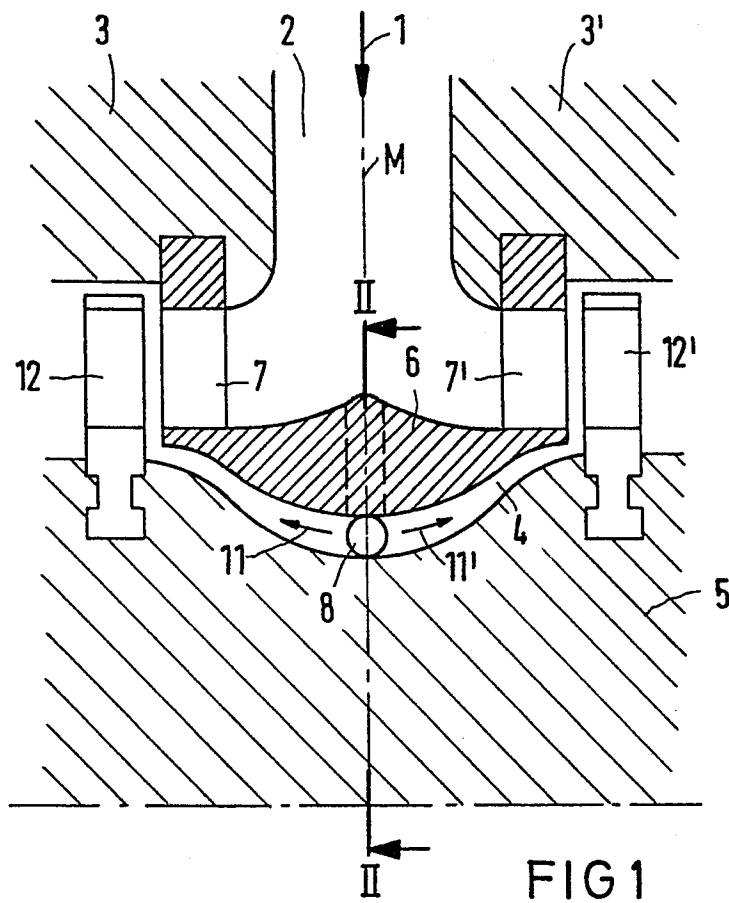


FIG 1

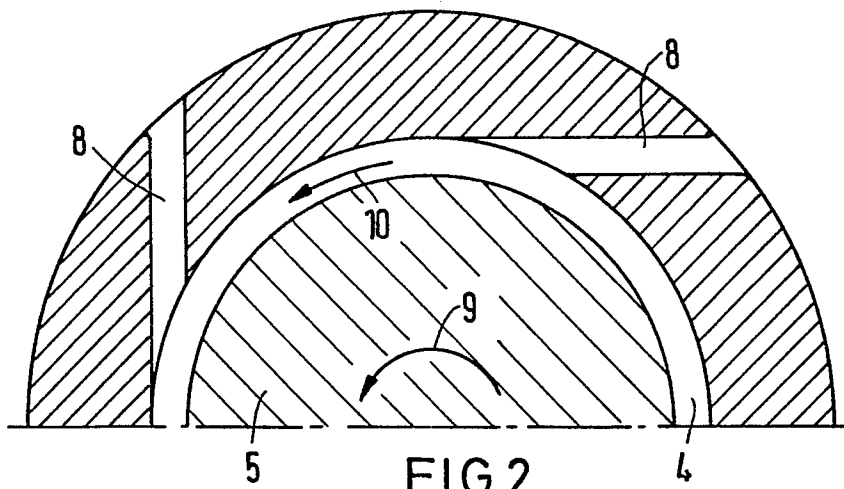


FIG 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)														
A	CH-A- 469 185 (GENERAL ELECTRIC) * Anspruch; Figur 1 *	1	F 01 D 3/02														
A	--- DE-A-2 140 490 (BROWN BOVERI) * Anspruch 1; Figur *	1															
A	--- US-A-3 817 654 (SOHMA) * Spalte 1, Zeile 48 - Spalte 2, Zeile 19; Figur 1 *	1															
A	--- CH-A- 430 757 (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE) * Anspruch; Figuren 1,2 *	1,5															
A	--- CH-A- 439 334 (GENERAL ELECTRIC) * Spalte 1, Zeilen 12-16; Spalte 2, Zeilen 19-27 *	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) F 01 D F 01 K														
A,D	--- BBC - NACHRICHTEN, Heft 10, 1980, Seiten 372-379 G. HEBEL: "Steigerung von Wirkungsgrad und Verfügbarkeit bei Dampfturbinen"																
A,D	--- FR-A- 851 531 (R. BOEK) -----																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14-06-1983	Prüfer ATTASIO R.M.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	