

# Elektrolyseanlagen zur Herstellung von reinem Wasserstoff und Sauerstoff für industrielle Zwecke

Autor(en): **Tobisch, Karl**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **92 (1974)**

Heft 1

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72213>

## **Nutzungsbedingungen**

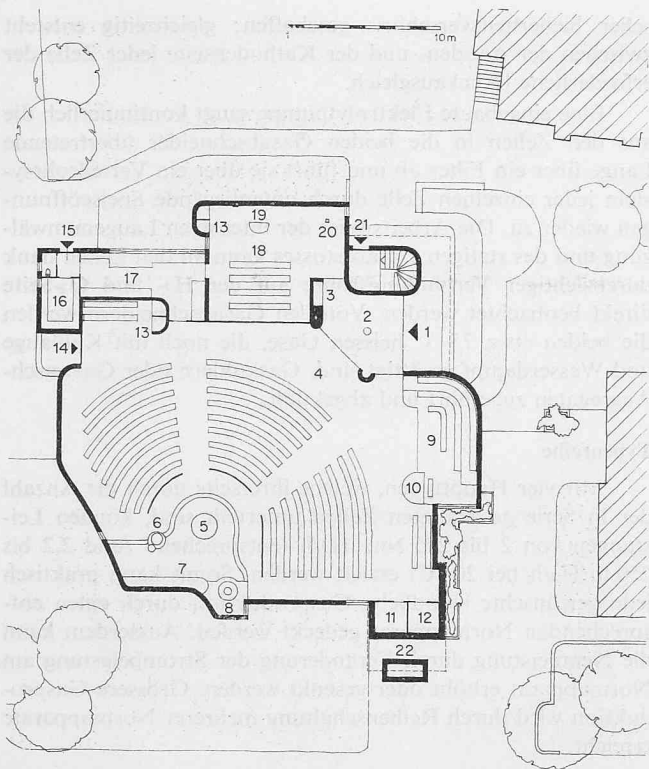
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

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.

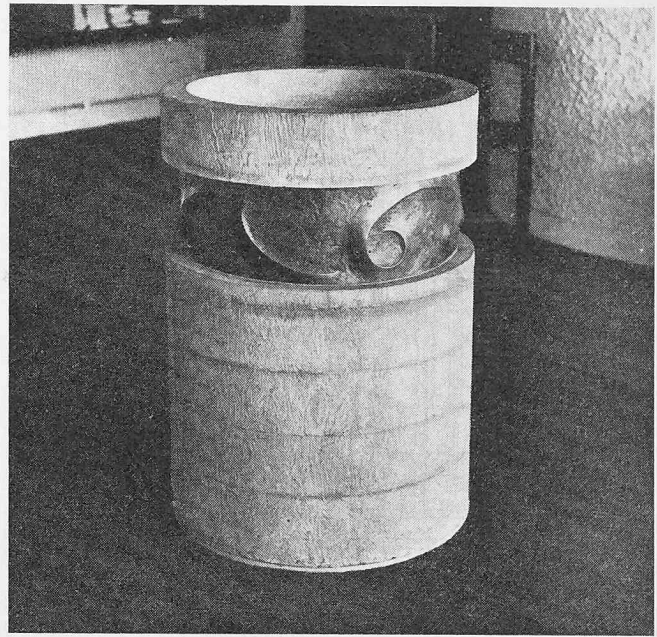
## **Haftungsausschluss**

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.



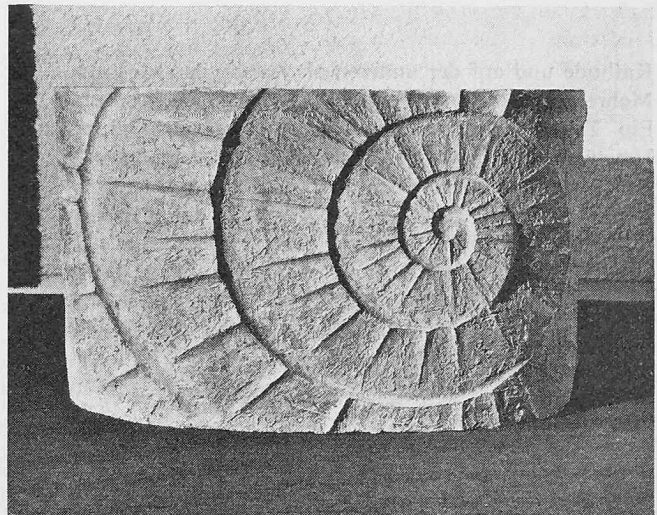
Katholische Kirche in Malleray-Bévilard (Bauzeit 1971/72), Grundriss 1:500. Bezeichnungen: 1 Haupteingang, 2 Halle mit Weihwasserbecken, 3 Schriftenstand, 4 Kirchenraum (370 Plätze), 5 Altar, 6 Ambo mit Taufort, 7 Sedien, 8 Tabernakel, 9 Sänger, 10 Orgel, 11 Magazin, 12 Beichtzimmer, 13 Beichtstuhl, 14 Seiteneingang, 15 Eingang Sakristei, 16 Abstellraum, 17 Sakristei, 18 Werktagkapelle (32 Plätze), 19 Altar, 20 Kreuz, 21 Eingang zu Unterrichtszimmer, Jugendraum, WC-Anlagen und Nebenräumen, 22 Turm

sichtlich Gleichartigkeit von Sandzusammensetzung, Oberflächenstruktur, Farbe sowie Wasserdichtheit. Gemeinsam mit der Firma *Sakret S.A.*, Solothurn, gelang es, ein homogenes, zweckgeeignetes Spezialgemisch herzustellen. Die Schalungen wurden teils nach Positiv-Originalen in einem komplizierten Verfahren montiert. Statt mit Hammer und Meissel arbeitete der Künstler mit dem Vibrator. Das homogene, künstlerisch eindruckliche Werk lobt seinen Meister.



Weihwasserstein (2)

Altar in Werktagkapelle (19)



## Elektrolyseanlagen zur Herstellung von reinem Wasserstoff und Sauerstoff für industrielle Zwecke

DK 541.135

Von Karl Tobisch, Dipl.-Ing., Brown, Boveri & Cie., Baden

Unter den verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff hoher Reinheit steht die elektrolytische Spaltung von Wasser in vorderster Reihe. Ein wichtiges Merkmal der Wasserelektrolyse besteht darin, dass nur ein einziger Arbeitsgang benötigt wird, um Gasreinheiten von 99,9% für den Wasserstoff und 99,8% für den gleichzeitig anfallenden Sauerstoff zu erzielen. Weiter lassen sich diese Anlagen bei verhältnismässig kleinem Platzbedarf in moderne Fabrikanlagen einbauen, ohne dass zusätzliche Probleme hinsichtlich Luftverunreinigung oder Gewässerverschmutzung entstehen würden. Elektrolyseure werden heute von Halbleiter-Gleichrichtern gespeist. Ihre ideale Regelfähigkeit erstreckt sich von etwa 40 bis über 110% der Nennleistung solcher Apparate.

### Prinzipieller Aufbau eines Elektrolyseurs

In der modernen Verfahrenstechnik werden Anlagen bevorzugt, die geringe Anforderungen an Bedienung und Unterhalt stellen. Hinzu kommt für Grosseinheiten die Forderung nach einer langen Standzeit bei konstantem Wirkungsgrad. Das bewährte Prinzip der raumsparenden Filterpressen-Bauart mit den isolierenden Dichtungen zwischen den Elektroden und der Gasraumtrennung durch ein im Zellenrahmen eingespanntes Asbest-Diaphragmatuch bildet im wesentlichen die Grundanordnung des Bipolar-Elektrolyseurs (Bild 1), der vorwiegend verwendet wird.

Das Grundbauelement der Zelle stellt die Elektrode (Kathode und Anode) dar. Als Vorelektrode beidseitig auf eine Mittelelektrode montiert, wirkt sie auf der einen Seite als

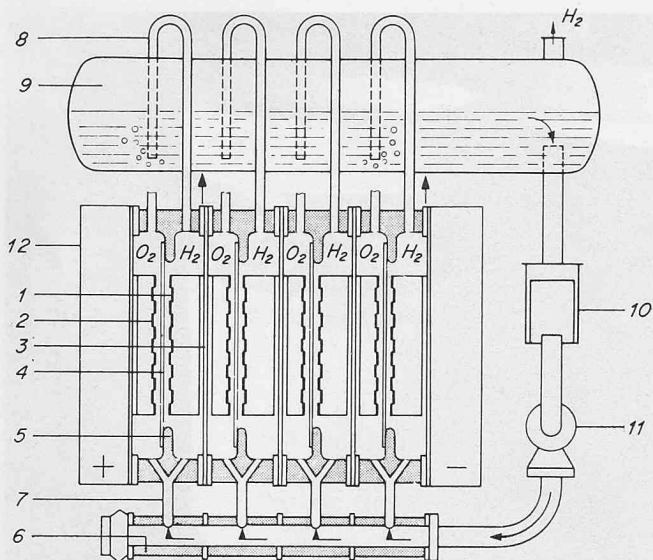


Bild 1. Schnitt durch einen Elektrolyseur

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1 Kathode         | 7 Speiserohr     |
| 2 Anode           | 8 Überlauf       |
| 3 Mittelelektrode | 9 Gasabschneider |
| 4 Diaphragma      | 10 Filter        |
| 5 Zellenrahmen    | 11 Pumpe         |
| 6 Verteilung      | 12 Pressplatte   |

Kathode und auf der anderen als Anode der nächsten Zelle. Mehrere solcher Einzelelemente ergeben den aktiven Blockteil. Ein Zusammentreffen der beiden Gase muss unter allen Umständen verhindert werden, da sonst ein hochexplosives Knallgasgemisch entstehen würde. Da die Elektrolyse im Apparat in einer 25prozentigen Kalilauge bei einer Temperatur von rund 75 °C vor sich geht, wobei den Zellen eine elektrische Gleichspannung angelegt ist, versteht es sich von selbst, dass sich sowohl konstruktiv als auch materialtechnisch eine Reihe von Problemen stellen, deren Lösung auf jahrzehntelanger Erfahrung beruht.

#### Arbeitsweise

Die entstehenden Gase  $H_2$  und  $O_2$  verlassen an den obenliegenden Zellenöffnungen den Elektrolyseurblock und gelangen – noch vermischt mit der heissen Kalilauge – über Tauchrohre in die beiden zugeordneten Gasabschneider. Hierdurch wird für jede Zelle des Elektrolyseurblocks ein hydraulischer Sicherheitsverschluss geschaffen; gleichzeitig entsteht zwischen der Anoden- und der Kathodenseite jeder Zelle der erforderliche Druckausgleich.

Eine eingebaute Elektrolytumpfe saugt kontinuierlich die aus den Zellen in die beiden Gasabschneider übertretende Lauge über ein Filter ab und führt sie über ein Verteilrohrsystem jeder einzelnen Zelle durch untenliegende Speiseöffnungen wieder zu. Die Arbeitsweise der intensiven Laugenumwälzung und des stetigen Gasausstosses kann an den Zellen dank durchsichtiger Verbindungsrohre auf der  $H_2$ - und  $O_2$ -Seite direkt beobachtet werden. Von den Gasabschnidern werden die beiden etwa 75 °C heissen Gase, die noch mit Kalilauge und Wasserdampf gesättigt sind, Gaskühlern oder Gaswasch-Aggregaten zugeführt und abgekühlt.

#### Typenreihe

Mit vier Haupttypen, welche ihrerseits durch die Anzahl der in Serie geschalteten Zellen unterteilt sind, können Leistungen von 2 bis 225  $Nm^3 H_2/h$  (entsprechend rund 2,2 bis 250  $m^3 H_2/h$  bei 20 °C) erzielt werden. Somit kann praktisch jede gewünschte stündliche Gasproduktion durch einen entsprechenden Normapparat gedeckt werden. Ausserdem kann die Nennleistung durch Veränderung der Strombelastung am Normapparat erhöht oder gesenkt werden. Grössere Gasproduktion wird durch Reihenschaltung mehrerer Normapparate erreicht.

#### Anwendungen

Die nachfolgende Zusammenstellung der Anwendungen – die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt – soll Auskunft geben, zu welchem universellen Rohstoff der Wasserstoff in unserem technischen Zeitalter aufgerückt ist.

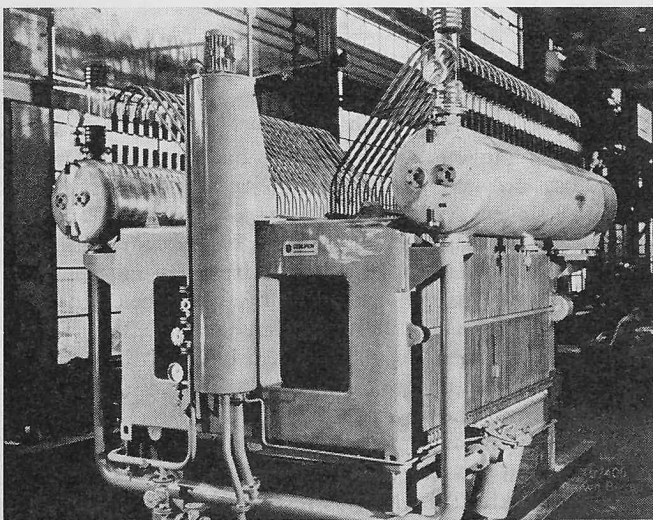
#### Fetthärtung

Darunter ist die Überführung tierischer oder pflanzlicher Öle von der flüssigen Form in festes Fett zu verstehen. Die Öle setzen sich aus verschiedenen Glycerinverbindungen mit gesättigten und ungesättigten Fettsäuren zusammen, wobei den ungesättigten eine Anzahl Wasserstoffatome fehlen. Die Anreicherung dieser fehlenden Wasserstoffatome bei den ungesättigten Fettsäuren nennt man Hydrierung. Diese chemische Reaktion läuft aber nur mit Hilfe eines Katalysators ab. Da der elektrolytische Wasserstoff frei ist von Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff usw. – welche als sogenannte Katalysatorgifte bezeichnet werden –, wird er hierfür bevorzugt eingesetzt.

#### Künstliche Edelsteine

Auf den Anfang unseres Jahrhunderts gehen die Bemühungen zurück, Edelsteine (Rubine und Saphire) künstlich herzustellen und so einen alten Wunschtraum der Menschheit zu erfüllen. Reine pulverförmige Tonerde ( $Al_2O_3$ ) wird in der Knallgasflamme der beiden in der Elektrolyse gewonnenen Gase  $H_2$  und  $O_2$  bei rund 2100 °C geschmolzen, wobei die kleinen geschmolzenen Tonerdeteilchen als Tröpfchen auf die Unterlage fallen und zum Edelstein «wachsen». Zugabe geringer Spuren von Metallen ergibt die bekannten Edelsteine wie Saphire, Rubine usw., die als edle Schmucksteine heute nicht mehr einer kleinen Elite, sondern der breiten Öffentlichkeit zugute kommen. Erst die Kenntnisse des Atomaufbaues und der Anordnung der atomaren Bausteine zu Raumgittern der Kristalle ermöglichte den gleichwertigen Nachbau von Kristallen und die Herstellung von sogar grösseren, reineren und farbkräftigeren Edelsteinen, als sie in der Natur vorkommen. In der Technik werden sie für Uhren, Präzisionsinstrumente, für den Laser, für Kameras von Ultraviolett- und Infrarotaufnahmen und neuerdings in der Weltraumforschung verwendet.

Bild 2. Elektrolyseur Typ EBN 330-50 für 150  $m^3 H_2/h$   
(Photo Brown Boveri)



### Stickstoffindustrie

Die bisher grössten Elektrolyseanlagen arbeiten in der Stickstoffindustrie, wo aus Elektrolysewasserstoff und Stickstoff der Luft Ammoniak erzeugt wird, welches als Ausgangsstoff für die Kunstdüngerindustrie dient. Obwohl für diese Zwecke heute vorwiegend grosse Ölcrackanlagen dienen, gelangen auch hier Elektrolyse-Grossanlagen zum Einsatz. Billige Elektroenergie und das Fehlen von Erdöl oder Erdgas sind jedoch die Voraussetzungen dazu.

In Verbindung mit Grosselektrolysen von Wasser kann schweres Wasser als Nebenprodukt gewonnen werden, welches ein begehrtes Produkt in der Kernreaktorindustrie ist. Es ist nicht vermessen zu sagen, dass durch die Umstrukturierung unserer Energietechnik, d. h. billigen Atomstrom und wirtschaftlicheren Einsatz der Erdölreserven, der H<sub>2</sub>-Gewinnung durch Elektrolyse in Zukunft vermehrte Bedeutung zukommen wird.

### Schutzgase

Unter dem Sammelbegriff «Schutzgase» sind in den letzten Jahren eine Reihe von Reinstgasgemischen bezeichnet worden, die unter anderem bei den verschiedenen Wärmebehandlungen (Glühen, Löten, Schweißen, Vergüten) von Buntmetallen oder anderen Metallen oder bei der Kunststoff- oder Kunstfaserherstellung Verwendung finden.

### Hartmetall-Herstellung

Der Ruf nach härterem, widerstandsfähigerem oder hitzebeständigerem Metall wird vermehrt in allen Ländern laut, besonders aber in der Metallbearbeitung sowie in der Luft- und Raumfahrtindustrie. Hartmetall ist ein auf pulvermetallurgischem Wege hergestelltes Erzeugnis aus Wolframkarbid

und Kobalt, welches vergleichsweise die Härte des Diamanten erreicht. Das Metallkarbid und das Bindemetall werden gemahlen, geformt und vorgesintert, wobei die Karbide sich im geschmolzenen Bindemetall fest einbetten. Der Wasserstoff kommt dabei als Schutzgas bei der Wärmebehandlung (Sinterung) zum Einsatz, um Reaktionen der Komponenten mit der umgebenden Luft zu vermeiden.

### Halbleiterindustrie

Die Halbleitertechnik ist ein Musterbeispiel für das Tempo unserer technischen Entwicklung. Während bis Ende der fünfziger Jahre die Gleichrichtertechnik von den Quecksilberdampf-Gleichrichtern oder mechanischen Umformern beherrscht wurde, hat der Umschwung zugunsten der Halbleiter (Silizium- oder Germaniumdioden) buchstäblich innerhalb eines Jahres stattgefunden. Für die Herstellung von Halbleitern wird hochreiner Wasserstoff als Trägergas verwendet.

Von weiteren Anwendungsgebieten für Wasserstoff seien erwähnt: Kühlung von elektrischen Grossmaschinen, Herstellung von Plastik- und Kunststoffen in der Grosschemie, allgemeine chemische Syntheseanlagen aller Art und Gase für Löt- und Schweißzwecke.

Es zeigt sich heute, dass der Lieferung von Gesamtanlagen (Bild 2), d. h. des Elektrolyseurs und seiner elektrischen Speiseanlage, immer grössere Bedeutung zukommt, was sowohl vom Standpunkt des Kunden als auch des Lieferanten nur von Vorteil ist. Bei Gesamtanlagen kann man alle Fragen der chemischen und elektrotechnischen Anlagenteile im voraus abklären, Überschneidungen und Missverständnisse ausschalten und den Kunden mit nur einem Lieferanten in Verbindung bringen, welcher die vollumfängliche Garantie übernimmt.

## Umschau

**Erste elektrische Vollbahn in Europa vor 75 Jahren.** Im Jahre 1899 wurde die *Burgdorf-Thun-Bahn (BTB)* als erste elektrische normalspurige Vollbahn Europas dem Betrieb übergeben. Sechs vierachsige Motorwagen mit je 240 PS und zwei zweiachsige Lokomotiven mit je 300 PS Leistung bildeten den Triebfahrzeug-Grundstock. Die Motorwagen hatten eine einzige maximale Geschwindigkeit von 36 km/h, während die Lokomotiven durch ein im Stillstand umschaltbares Zahnradgetriebe wahlweise 18 km/h (Güterzugdienst) oder 36 km/h (Personenzugdienst) erreichen konnten. Als Stromart kam Dreiphasenwechselstrom von 750 V und 40 Hz zur Anwendung, der allerdings eine zweipolige, komplizierte Oberleitung erforderte. Nach rund 34 Jahren regelmässigen Betriebes wurde die BTB zusammen mit der Emmental- und der Solothurn-Münster-Bahn mit dem SBB-Einphasenwechselstrom-System von 15000 V und 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz ausgerüstet. Eine der beiden Lokomotiven aus der Anfangszeit der Elektrotraktion, die De 2/2 Nr. 2, steht im *Verkehrshaus der Schweiz* in Luzern und zeugt dort von der Weitsichtigkeit und dem Pioniergeist der damaligen Fachleute. DK 625.2:061.4:656.2

**Technorama der Schweiz.** Der Zürcher Regierungsrat beantragt dem Kantonsrat, der «*Stiftung Technorama der Schweiz*» an den Bau eines Technoramas in Winterthur einen einmaligen Beitrag von 5 Mio Fr. und ab 1974 an die Betriebskosten eine jährliche Defizitgarantie von 200000 Fr. zu gewähren. Mit der seit Jahrzehnten geplanten Erstellung eines technischen Museums in Winterthur, dem industriellen Schwerpunkt des Kantons, soll erstmals in der Schweiz eine umfassende Darstellung der Entwicklung der Technik und der technischen Schöpfungen ermöglicht und eine Stätte der

Begegnung von Mensch und Technik geschaffen werden (vgl. SBZ 1971, H. 17, S. 409). Dass ein solches Informationsbedürfnis besteht, zeigen die Besucherzahlen ähnlicher Museen im Ausland und die Frequenzen des Schweizerischen Verkehrsmuseums in Luzern. Nachdem der Bundesrat eine Vorlage an die eidgenössischen Räte in Aussicht gestellt hat (Beitrag und Darlehen von zusammen 6 Mio Fr.), die Stimmberechtigten der Stadt Winterthur kürzlich einer Vorlage zugestimmt haben (unentgeltliches Baurecht und Beitrag von höchstens 2,5 Mio Fr.) und eine Finanzierungsaktion der Privatwirtschaft (Ziel: 3 Mio Fr.) im gange ist, soll auch der Kanton mit einem angemessenen Beitrag an die Erstellungskosten von 21,5 Mio Fr. nicht zurückstehen. Der Betriebskostenbeitrag ist der jährlichen Zuwendung der Stadt Winterthur angeleglich. Die Vorlage untersteht dem fakultativen Referendum. DK 061.4:656

**Eidg. Hochschule Zürich.** Der Schweizerische Schulrat hat am 23. November 1973 ein neues Reglement für die über 80 Forschungs-Institute der Eidg. Technischen Hochschule Zürich verabschiedet. Als grundlegende Neuerung wird das Prinzip der kollektiven Leitung eingeführt, der mindestens sämtliche Professoren angehören, sowie das Mitwirkungsrecht aller Gruppen von Institutsangehörigen. Damit erhalten die ETH-Forschungseinheiten eine Art Normalverfassung, die mit dem «*Institutsrat*» ein neues Mitwirkungs-gremium im Sinne der bis 1975 befristeten Uebergangsregelung schafft, ähnlich wie es bei den Unterrichtseinheiten (Abteilungen) in Form der Abteilungsräte bereits vorhanden ist. Der Institutsrat dient vor allem der internen Meinungsbildung und Information. Innerhalb dieses Rahmens sind die Institute frei, sich auf Satzungen zu einigen, die die Aufgabenverteilung zwischen Institutsleitung und Institutsrat anders regeln. Zum Beispiel können neben den Professoren weitere Instituts-