

Ueber die Flachbauweise bei Wasserkraftanlagen

Autor(en): **Treiber, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **75 (1957)**

Heft 14

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-63330>

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.

Ueber die Flachbauweise bei Wasserkraftanlagen

DK 621.292.006

Von Dipl.-Ing. E. Treiber, Töging am Inn

Die fast zwei Jahrzehnte zurückreichenden Erfahrungen mit der am Inn üblichen Flachbauweise bei den Kraftwerken und Wehren von acht Niederdruckanlagen der Innwerk-Aktiengesellschaft, Töging am Inn, berechtigen zu einem Urteil über die Bewährung dieser sonst in Europa nur vereinzelt, in Amerika etwas häufiger angewandten Bauart. Ihr Hauptmerkmal ist der Wegfall einer meist mit grossem Aufwand an nicht ausgenütztem Raum und Material erstellten Maschinenhalle mit repräsentativer innerer und äusserer Wirkung und die Annäherung des ganzen Kraftwerkbaues an die Form einer die beiden Flussufer verbindenden Brücke. Dieser Charakter kommt sowohl in der hallenlosen, niedrigen Flachbauweise des Kraftwerkes als auch in der tatsächlich einer anschliessenden Brücke gleichenden Wehranlage mit mehreren Durchflussöffnungen zwischen ausgeprägten Strompfeilern zum Ausdruck (Bild 1). So ergibt sich im Gegensatz beispielsweise zu der modernen «Hochbauweise» des Oberrhein-Kraftwerkes Birsfelden bei Basel (Bild 2) das bescheidene Bild der etwa gleichgrossen Anlage Simbach-Braunau am Inn (Bild 3), das den berechtigten Forderungen des Naturschutzes nach harmonischer, möglichst unauffälliger Einfügung des Werkes in die Landschaft eines breiten Flusstales weitgehend Rechnung trägt. Wo es vollends gilt, einen Kraftwerkbau einem gegebenen Stadtbild oder der Nachbarschaft einer solchen Stadt, etwa mit schönen alten Brückenbauten, anzupassen, ergibt die hier betrachtete Gesamtlösung ausnahmslos die beste Wirkung in architektonischer Hinsicht. Nebenbei bemerkt, braucht sie sich keineswegs auf Niederdruckwerke zu beschränken; auch Mitteldruckanlagen, etwa vor Sperrmauern von Talsperren, selbst Hochdruckanlagen sind dieser Lösung zugänglich, wenn es die sonstigen Verhältnisse erlauben.

Der Haupteinwand, den die Befürworter und Erbauer von Kraftwerken in Flachbauweise von kritischer Seite zunächst zu hören bekommen, ist die Befürchtung einer zeitweiligen Behinderung oder Beeinträchtigung der ersten Einbauarbeiten an den Maschinensätzen des betreffenden Kraftwerkes und der späteren Ueberholungs- und Instandsetzungsarbeiten, die bei den hier hauptsächlich zu betrachtenden Nieder- oder Mitteldruck-Flusskraftwerken sehr häufig gerade in Zeiten mit Niederschlägen und Kälte fallen. Die Maschinen derartiger Anlagen bestehen meist aus einer Kaplanmaschine mit senkrechter Welle und einem unmittelbar aufgesetzten oder über ein Zahnradgetriebe angeschlossenen Stromerzeuger. Von den beiden Hauptelementen (Getriebe werden meistens fertig zusammengebaut angeliefert bzw. in geschlossenen Montageräumen an Ort und Stelle zusammengebaut und als Ganzes aufgesetzt) sind die grossen Einbauteile der Wasserturbinen ohnehin sehr robust und können so konserviert werden, dass ihnen eine gelegentliche Nässe nichts schadet; die Hauptsorge hat sich somit auf den feuchtigkeitsempfindlichen Teil der Stromerzeuger, also auf Ständer, Polrad, Erregermaschine usw. zu erstrecken.

Die an bald 40 Maschinensätzen der Flusskraftwerke am Inn angewandte, bestens bewährte, der Flachbauweise besonders angepasste und ursprünglich dafür entwickelte Maschinenkonstruktion gestattet eine klare Trennung der Turbinen- und Generatormontage, indem die gemeinsame, in zwei Halslagern geführte und in einem auf dem Turbinendeckel ruhenden Spurlager abgestützte Maschinenwelle schon endgültig ausgerichtet ist, ehe mit der Generatormontage bzw. mit dem Aufsetzen des Polrades auf das obere Wellenende begonnen wird; das Rad wird dann entweder auf den oben angeschmiedeten oder angeschraubten Laufgrad-Verstellzylinder oder auf das glatte Wellenende aufgezogen (Bild 7).

Bei der Abwicklung des Bauterminplanes wird es natürlich durchaus nicht immer möglich sein, den Einbau der in einem besonderen Montageraum zusammengesetzten Polräder, die bei den hier in Frage kommenden Langsamläufers fast

immer mit «geschichtetem» Radkranz erst an Ort und Stelle fertig zusammengebaut werden, in Zeiten mit klimatisch günstigen Verhältnissen, vor allem in niederschlagsarme Perioden, zu verlegen; besonders bei Anlagen mit mehreren Einheiten wird immer ein Teil ihrer Ständer und Polräder dann eingebracht werden müssen, wenn mit Niederschlägen zu rechnen ist. Während für die Ständer nötigenfalls günstiges Wetter abgewartet werden kann, erfordert eine zügige Durchführung der Maschinenmontage den unmittelbar folgenden Einbau der Polräder auf die fertig ausgerichteten Maschinenwellen bzw. die Kupplung der Generator- mit der Turbinenwelle; der Aufbau einer unmittelbar aufgesetzten Erregermaschine oder eines neuerdings oft verwendeten Drehstrom-Hilfsgenerators für die Belieferung eines unabhängig aufgestellten Erregerumformers und anderer Hilfsmaschinen (Ölpumpen) mit Drehstrom bedingt nur ein verhältnismässig kurzzeitiges Verweilen mit diesen Teilen unter freiem Himmel, die überdies durch entsprechende Verpackung gegen Witterungsunbilden leicht geschützt werden können.

Ein wesentlicher Bestandteil eines Kraftwerkes ohne eigentliche Maschinenhalle ist die wetterfeste Abdeckung des im offenen Generatorschacht stehenden Stromerzeugers, die die Möglichkeit bieten muss, den zu Montagezwecken oder bei späteren Ueberholungsarbeiten zeitweilig geöffneten Schacht nach vollzogener Einfahrt der Montageteile vor dem Eintritt von Niederschlägen oder bei unerwartet aufkommenden Unwettern rasch zu schliessen.

In einfachster Form sind dies runde oder viereckige Deckel aus Stahlkonstruktion oder Eisenbeton, die als Ganzes abgehoben und seitlich abgesetzt werden; hierzu sind entsprechende Abstellplätze vorzusehen. Für die Zeit, während der ein Deckel vom Kran ab- oder angefahren wird, können natürlich unangenehme Pausen bei offenem Schacht, also ungeschützten Maschinenteilen, entstehen. Deckel, wie sie beispielsweise bei den Pfeilerkraftwerken der Drau verwendet werden, können besonders in klimatisch günstigen Gegenden gut verwendet werden; man findet sie vielfach bei amerikanischen Werken, die gegenüber den mitteleuropäischen Anlagen klimatisch bevorzugt sind.

Die ersten Erfahrungen mit einteiligen Deckeln am Inn haben dazu geführt, die Abdeckungen zweiteilig und auf Schienen fahrbar auszubilden. Sie bestehen aus zwei symmetrischen, auf je vier Fahrrollen bewegten Hälften. Die Trennfuge ist durch eine U-förmige Deckleiste mit eingelegten Gummistreifen gedichtet. Durch die Lagerung der Fahrrollen auf Wälzlagern wird ein so geringer Fahrwiderstand erreicht, dass die Hälften solcher Abdeckungen in Stahlkonstruktion mit etwa 10 × 10 m Seitenlänge bequem und in wenigen Minuten von zwei Männern auseinander- und zusammengesoben werden können. Die beiden Hälften werden von innen durch Exzenterhaken oder dergleichen zusammengepresst und miteinander verklammert (Bild 6). Neben der Ausführung der Abdeckungen in leichter Stahlkonstruktion kommt die Verwendung von Aluminium für die Tragkonstruktion und die eigentliche Verschalung in Betracht.

Je nach der Art der Luftkühlung des Stromerzeugers erhalten die Abdeckungen mit Jalousien oder Klappdeckeln verschliessbare Einström- und Ausblasseöffnungen von so reichlicher Grösse, dass die nach der Wetterseite hin liegenden Einsaugeöffnungen nötigenfalls verschlossen werden können, ohne die Kühlluftzuführung zu stark zu drosseln.

Ringlaufkühlung der Stromerzeuger, etwa mit dem Gehäuse verteilten Röhrenkühlern, bedingt einen luftdichten Abschluss des Generatorschachtes, um das Einsaugen «falscher» Luft, die zeitweilig feucht oder verschmutzt sein kann, zu verhindern. Zu diesem Zweck wird die ganze, natürlich luftdicht ausgeführte Abdeckung mit ihrer ebenen Unterkante auf eine mit dickem Rundgummi belegte Dichtungsleiste abgeseht, eine Vorkehrung, die sich mit Hilfe von in Exzenter-

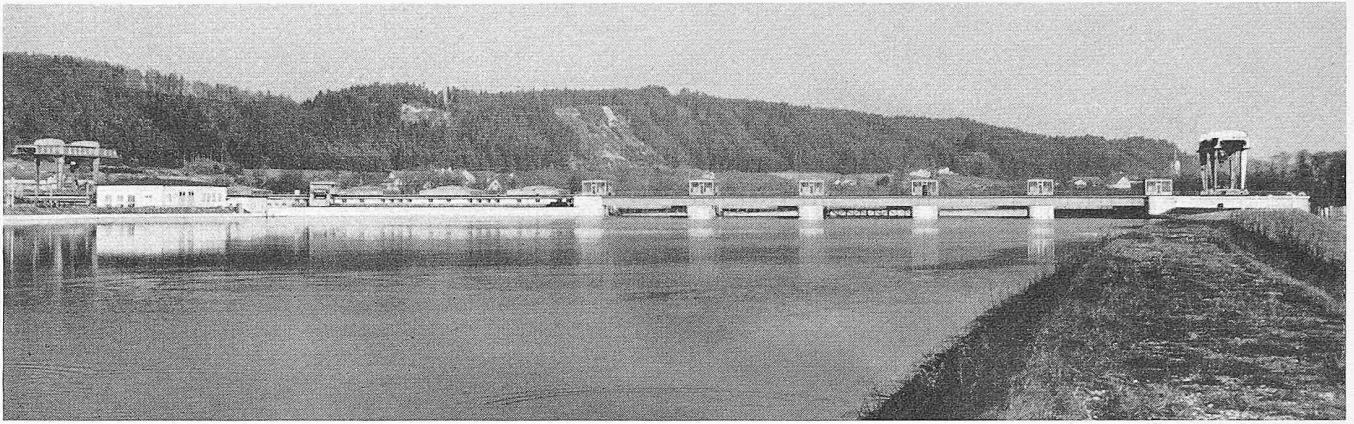


Bild 1. Inn-Kraftwerk Stammham in Flachbauweise, vom Oberwasser gesehen (rechts Stauwehr mit fünf Oeffnungen, links Kraftwerk für drei Maschinensätze und Schalthaus mit Freiluftschaltanlage)

büchsen gelagerten oder in Hubspindeln geführten Rollen leicht von Hand betätigen lässt. Bei sauberer Ausführung ist ein unauffälliges, der Flachbauweise des Kraftwerkblockes angepasstes Aussehen der zweckmässig viereckig (mit vier Rollen je Hälfte) ausgeführten Abdeckungen leicht zu erreichen (Bild 5). Von einer doppelwandigen Ausführung, etwa zur Vermeidung von Kondenswasserbildung im Inneren, kann erfahrungsgemäss abgesehen werden; ein möglichst heller Anstrich der Aussenflächen oder eine Ausführung aus Alublech vermindert die ungünstige Wirkung starker Sonnenbestrahlung und eine zusätzliche Aufheizung des Stromerzeugers.

Namentlich bei Flusskraftwerken mit grösseren Fallhöhen (etwa über 8 m) kommt der von einer Kaplan turbine mit senkrechter Welle angetriebene Drehstromerzeuger an sich so tief zu liegen, dass eine ausreichende Zugänglichkeit zu den wartenden Teilen der Maschine über einen Aufstieg vom Bedienungsflur aus geschaffen werden kann. Immerhin ist es zweckmässig, die Zahl der über dem Polrad angeordneten Teile, die von Zeit zu Zeit nachgesehen und gewartet werden müssen, zu beschränken, also aufgebaute Haupt- und Zusatz-Erregermaschinen, Schleifringe oder Einrichtungen für die Druckkölzuführung zu vermeiden. Diesem Bestreben kommt der in Bild 7 dargestellte sehr gedrängte Aufbau eines Maschinensatzes mit senkrechter Welle, fliegend über dem Generatorlager laufendem Schirmpolrad, mit Spurlager auf dem Turbinendeckel und nur noch einem zweiten Führungslager dicht über dem Turbinenlaufrad, sehr entgegen. Die Vorteile dieser gedrängten, aber doch an allen betriebswichtigen Stellen gut zugänglichen Bauart kommen besonders dann zur Geltung, wenn an Stelle einer aufgebauten, also meist langsamlaufenden, elektrisch nicht günstigen Erregermaschine ein getrennt aufgestellter, raschlaufender Erregerumformer verwendet wird und wenn die Druckkölzuführung zum umlaufenden Laufschaufel-Verstellmotor über das obere oder das untere Führungslager erfolgt.

Um den Drehstromantrieb der getrennten Erreger-Umformergruppe sowie auch anderer betriebswichtiger Hilfsmaschinen, wie Schmier- und Druckköltpumpen, zu sichern, kann

auf das Polrad ein Drehstrom-Hilfsgenerator aufgesetzt werden, der so niedrig ist und so wenig Wartung beansprucht, dass er sich unbedenklich unmittelbar unter der flachen Generatorschachtabdeckung unterbringen lässt.

Wenn diese «elektrische Welle» zum Erregerantrieb wegen ihres Wirkungsgrades von etwa nur 80 % unwirtschaftlich erscheint, kann dieser Hilfsgenerator nur für den Drehstromantrieb einer raschlaufenden Zusatz-Erregermaschine und etwaiger sonstiger kleinerer Hilfsmaschinen bemessen werden; übrigens kann ein raschlaufender Hilfserrerdynamo auch über ein Zahnräder- oder über ein lautloses Reibradgetriebe betätigt werden. Schliesslich braucht die Möglichkeit, die beiden Erregermaschinen mit höherer Drehzahl über ein koaxiales Stirnräder- oder Planetengetriebe vom oberen Wellenende aus anzutreiben, keineswegs von vorneherein abgelehnt zu werden, nachdem sich die Zuverlässigkeit und Anspruchlosigkeit solcher Getriebe in zahlreichen Fällen erwiesen hat. Bei entsprechender Anordnung solcher Getriebe wird kaum mehr Bauhöhe erforderlich als beim unmittelbaren Aufbau der Erregerdynamos.

Die Flachbauweise eines Flusskraftwerkes kommt erst richtig zur Geltung, wenn sie sich auch auf die an ein Kraftwerk unmittelbar anschliessende Stauwehranlage erstreckt, wenn also damit in der Gesamtheit der Brückencharakter verwirklicht wird. Von diesem Gesichtspunkt aus wurde, vermutlich gleichfalls erstmals am Inn, die Höhe der Wehrpfeiler mit den darauf aufgestellten Aufzugwindwerken so stark wie möglich gedrückt, um die Wehrverschlüsse so weit anzuheben, dass ihre Unterkante um ein bestimmtes Mass über dem Stauspiegel bzw. dem höchsten Hochwasserspiegel liegt. Auch für oberstromige Verbindungsbrücken zwischen den Wehrpfeilern gilt diese Forderung.

Die tiefe Lage der Windwerke zum Stauspiegel ist nur dadurch zu ermöglichen, dass die Aufzugketten seitlich am unteren Ende der Verschlussstafeln angreifen und diese an den Windwerken vorbei hochgezogen werden. Ähnliche Überlegungen sind bei der Anordnung hydraulischer Antriebe der Verschlüsse anzustellen. Die aus Bild 4 zu erkennende

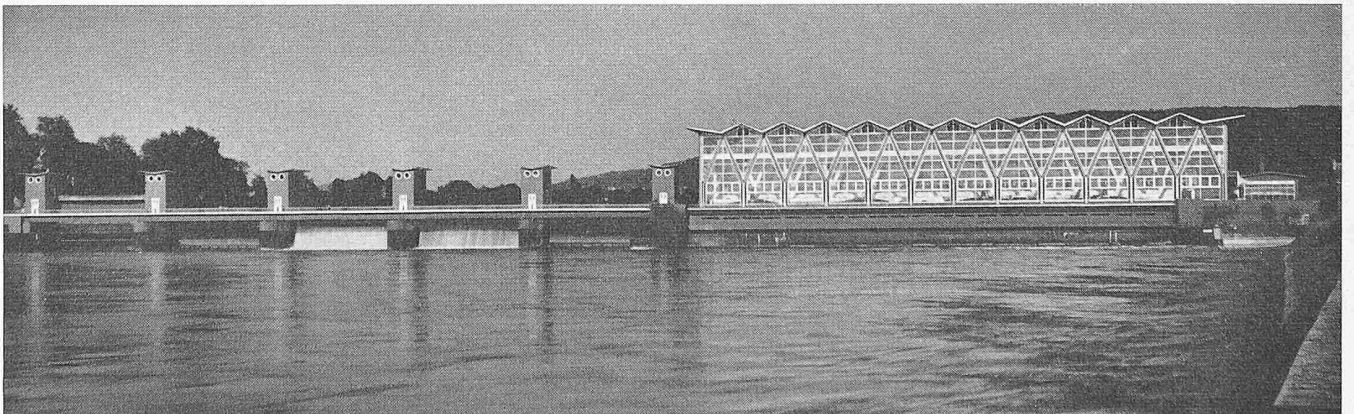


Bild 2. Oberrhein-Kraftwerk Birsfelden b. Basel mit Krafthaus-Hochbau, vom Unterwasser gesehen

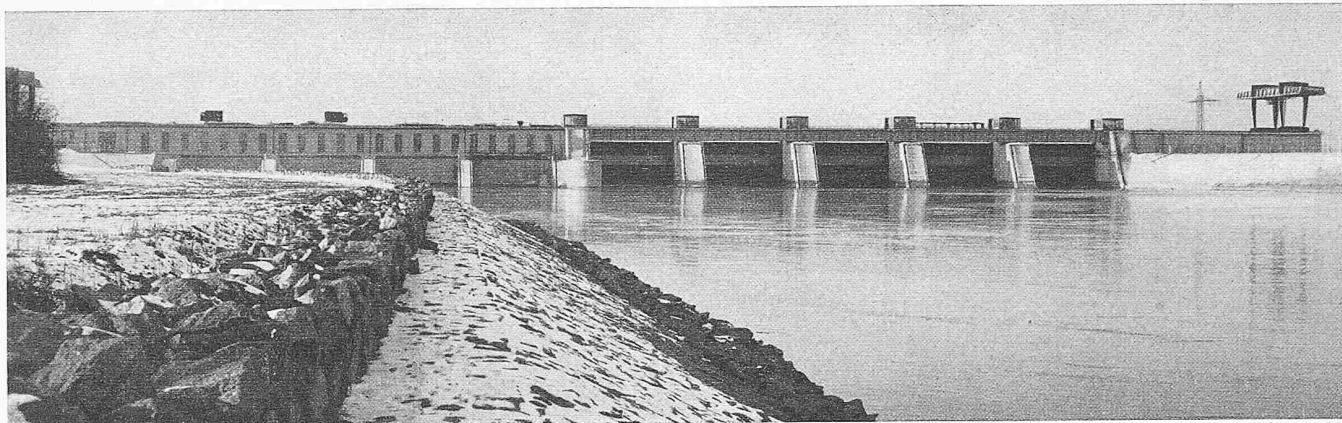


Bild 3. Inn-Kraftwerk Simbach-Braunau in Flachbauweise, vom Unterwasser gesehen

Ausführung der auf den Wehrpfeilern stehenden Windwerkhäuser in Beton trägt dazu bei, die Wehrpfeiler weniger wuchtig erscheinen zu lassen. Sie könnte durch Anwenden einer durchsichtigen Glas-Stahlkonstruktion noch verbessert werden.

In der Regel wird nun bei der ausgesprochenen Flachbauweise die Höhe der Fahrbahn für die über Kraftwerk und Wehr hinwegfahrenden Krane durch die Lage des oberstromseitigen Wehrbrückenteiles bestimmt.

Im Brennpunkt der Betrachtungen über die Flachbauweise bei Wasserkraftanlagen stehen immer die Kraftwerkkrane, die am vorteilhaftesten als Doppelausleger-Portalkrane gebaut werden. Ihre Höhe entspricht derjenigen der bei der Hallenbauweise üblichen Maschinenhauskrane, die für die Höhe des Krafthauses bestimmend ist. In der Vergleichsdarstellung eines grossen Flusskraftwerkes in Hallenbauweise bzw. eines ebenso grossen Werkes in Flachbauweise (Bild 8) ist von diesen hauptsächlich für das Einfahren einer langen Maschinenwelle bedingten höchsten Hakenstellung ausgegangen. An Stelle der vielen hohen Rahmenbinder mit den beidseitigen Kranbahnträgern treten die Portalkrane mit ihrer Schienenfahrbahn.

Aus verschiedenen Gründen ist es namentlich bei Anlagen mit mehr als zwei Maschinensätzen zweckmässig, zwei gleiche Portalkrane je für die Hälfte der grössten Last anzuschaffen, die für die Höchstlast mit einer Traverse gekuppelt werden können. Diese Zweiteilung ist z. B. günstig für die Aufhängung langer Notverschluss-Dammbalken für das Schliessen von Turbineneinläufen und Wehröffnungen und, nicht zuletzt, für die Beschleunigung der Maschinenmontage. Dass Krane für die halbe Höchstlast weniger in Erscheinung treten, ist ein weiterer Grund für die Zweiteilung (Bild 9).

Bei Flusskraftwerken mit in gleicher Flucht liegendem Kraftwerk und Stauwehr nehmen die Krane, die über das Kraftwerk und die Wehranlage durchfahren können, den Charakter von Universalkranen an. Sie dienen dem Einbau der Maschinen, ihren späteren Ueberholungen und Instandsetzungen, dem Betätigen der Dammbalkenverschlüsse des Maschinenhauses, dem Ausheben und Wiedereinsetzen einzelner

Rechenfelder, dem Entfernen von grobem Treibzeug vor dem Rechen mit Hilfe von Greifern, ja selbst dem Transport nicht zu grosser Schiffe oder Baggerteile vom Unterwasser zum Oberwasser und umgekehrt, den Montage- und Ueberholungsarbeiten an den Wehrverschlüssen und ihren Bewegungseinrichtungen und der Betätigung der ober- und unterwasserseitigen Notverschlüsse des Wehres. Man ist also tatsächlich berechtigt, von Universalkranen zu sprechen. Ihre vielseitige Verwendbarkeit wird besonders durch ihre beidseitigen, mit den Laufkatzen befahrbaren Ausleger erreicht; ihr Arbeitsbereich kann sogar durch an die Laufkatze angebaute Hilfsausleger und -hebezeuge für kleinere Lasten noch wesentlich erweitert werden. Während der Montage erweist sich der landseitige Arbeitsbereich unter den beidseitigen Auslegern oft als willkommener Zwischenlagerplatz.

In der Regel wird neben den Turbinengruppen ein versenkter, mit fahrbarer Abdeckung versehener Montageaum angeordnet, in dem die Maschinenteile fertiggestellt werden. Dieser Raum ist den Portalkranen ebenfalls zugänglich.

Sehr zweckmässig ist die Anordnung einer landseitigen offenen Kranbahnverlängerung, in die die ankommenden Transporte auf Anschlussgeleise oder Strasse eingefahren werden. Die ziemlich witterungsunempfindlichen und leicht zu schützenden Turbinenläufer, besonders Kaplanlaufräder, werden oft ohne besondere Schwierigkeiten im Freien in der genannten Kranbahnverlängerung zusammengebaut, ebenso die grossen Turbinenringteile und -deckel.

Zum Schutz der Kranhubwerke werden die Kranträger innerhalb der vier Füsse zweckmässig mit einem Dach (mit Oberlicht) versehen, so dass dieser für die Maschinenmontage hauptsächlich in Betracht kommende Teil des Kranarbeitsfeldes einen gewissen Schutz gegen Niederschläge erhält. Mit Tiefstrahlern ist eine sehr gute Beleuchtung des Arbeitsfeldes der Krane von oben zu erzielen.

Die Vorteile, die das Bestreichen der Turbinenlaufrechen, namentlich bei grossen Niederdruckwerken, mit den Auslegern der Portalkrane bei starkem Treibzeuganfall bietet, haben sich eindeutig erwiesen; in Fällen, wo die Putzwagen der Rechenreinigungsmaschinen die vor dem Rechen ange-

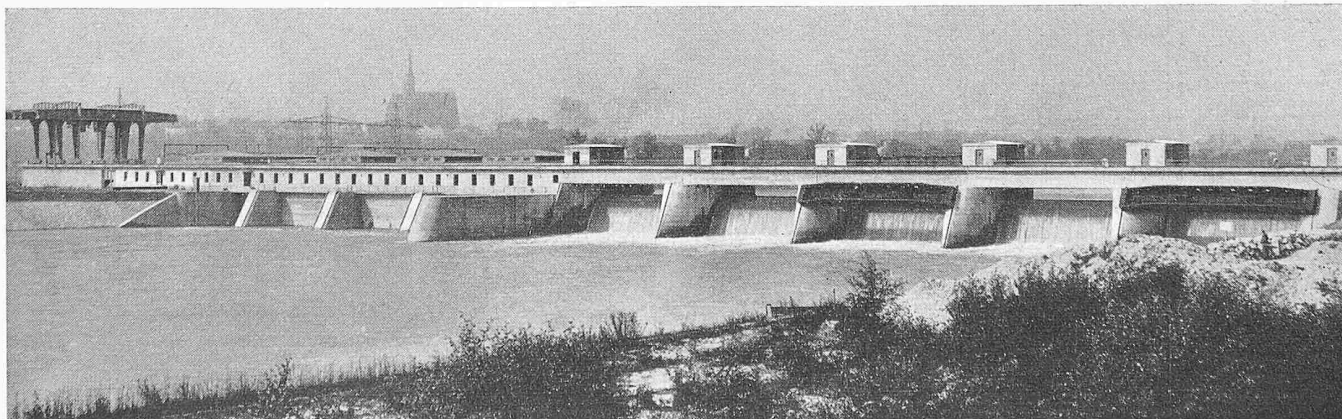


Bild 4. Inn-Kraftwerk Neu-Oetting in Flachbauweise, vom Unterwasser gesehen; keine Verbauung der Landschaft!

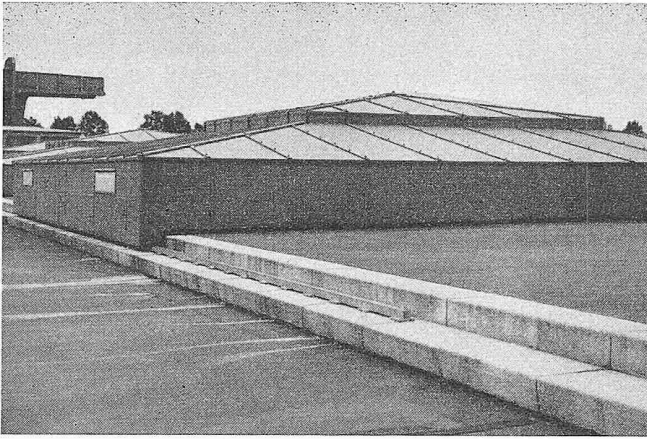


Bild 5. Zweiteilige, verfahrbare Maschinenschachtabdeckung des Inn-Kraftwerkes Neuötting

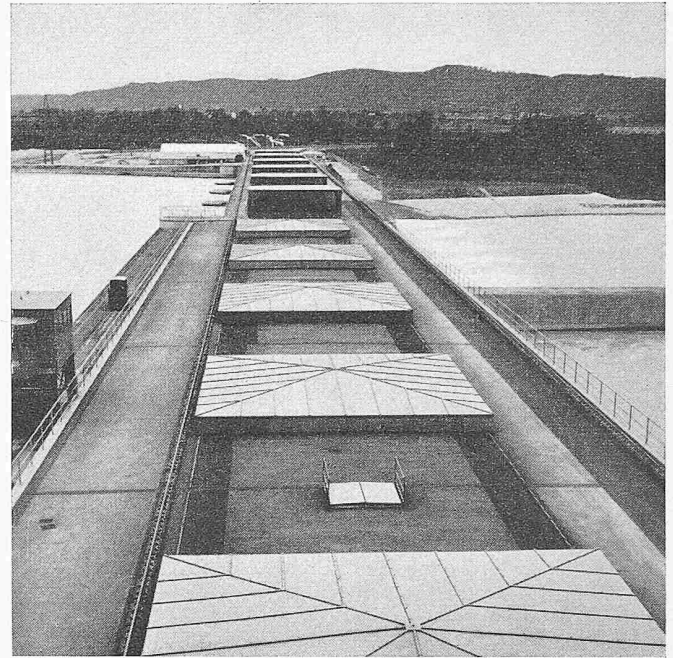
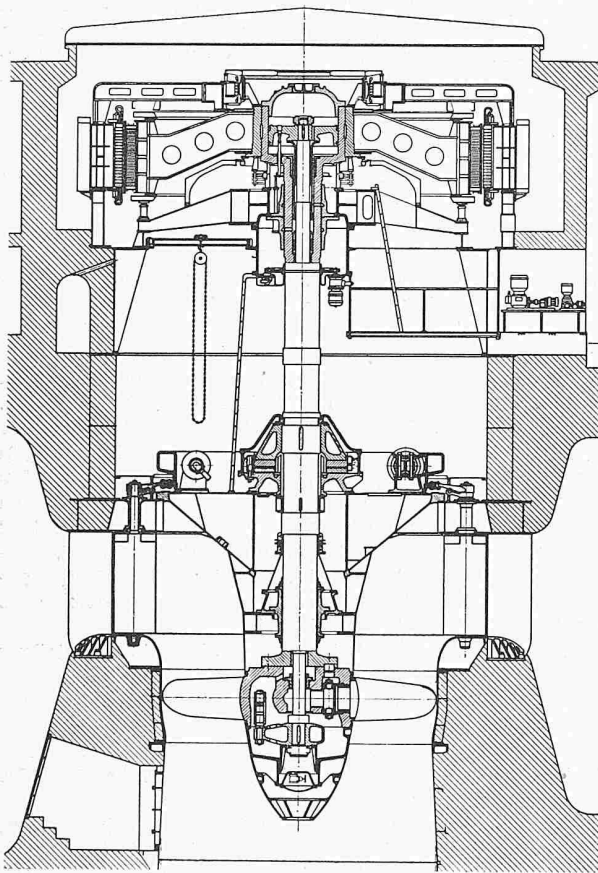


Bild 6. Blick über Kraftwerk und Stauwehr Simbach-Braunau (Zweiteilige, verfahrbare Maschinenschacht- und Montageraum-Abdeckungen, im Hintergrund Wehranlage mit Windwerkhäusern in Glas-Stahlbauart, links Rechenpodest)

triebenen Schwimmzeug-Matratzen überhaupt nicht mehr durchstossen und nur durch das Aufreissen dieser Massen mit den darauf herabstossenden Greifern Luft zu schaffen ist, ist es meist möglich, ohne Belastungsminderung durchzukommen. Natürlich muss dabei das rasche Wegschaffen des herausgeholtene Treibzeuges vom raumbeschränkten Rechenpodest möglich sein; man kann dieses notfalls mit dem Portalkran auf die Kraftwerkdecke verfahren und hier für spätere Abbeförderung stapeln. Eine derartige Zwischenlagerung sonst nicht mehr zu beherrschender Treibzeugmengen ist nur bei der Flachbauweise mit Universalkranen möglich (Bild 10).

Die in ihrer Vielseitigkeit meist nicht gebührend eingeschätzten Portalkrane werden oft als ästhetischer Nachteil der Flachbauweise zugesprochen. Selbstverständlich kann durch diese stark in Erscheinung tretenden Krane das Gesamtbild einer Anlage in Flachbauweise ungünstig beeinflusst werden, wenn es nicht möglich ist, seitliche Kulissen zu schaffen aus Einbuchtungen in den Ufern, hohen Baumgruppen oder gar Bauwerken, hinter denen man die nicht benützten Krane ber-

Bild 7 (links). Maschinensatz Simbach-Braunau typisch für Kraftwerke in Flachbauweise: Spurlager auf dem Deckel der Kaplan turbine, nur zwei Führungslager, Schirmpolrad fliegend, Druckölzuführung zum Laufgrad-Verstellmotor durch das obere Lager

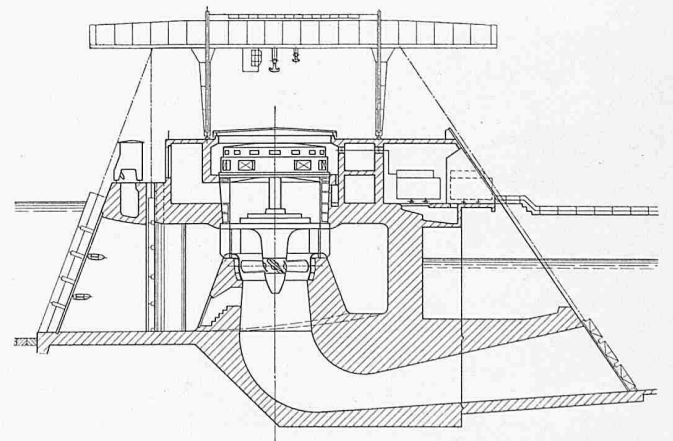
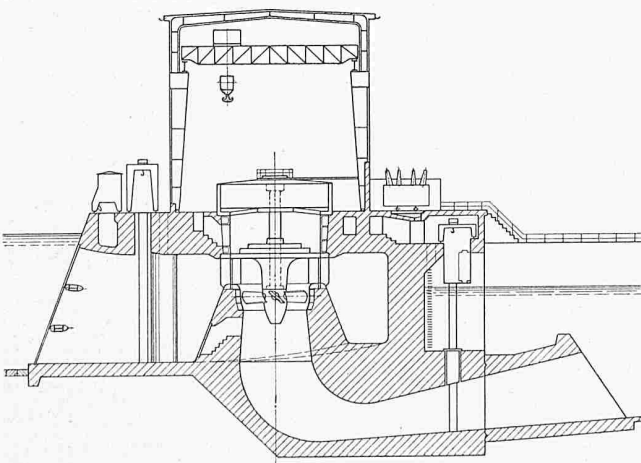


Bild 8. Vergleich eines Niederdruck-Kraftwerkes in Hallen- bzw. Flachbauweise. (Vielseitige Verwendbarkeit der Ausleger-Portalkrane)

gen kann; keinesfalls darf man jedoch von vorneherein Erscheinungsformen bekämpfen, die in ihrer Zweckdienlichkeit ebenso wenig störend wirken wie etwa gut geformte Stahlmaste grosser Freileitungen. Stets werden sich Ausführungen finden lassen, die im Rahmen der Gesamtanlage auch den auf Erhaltung eines schönen Landschaftsbildes bedachten Betrachter befriedigen. Selbstverständlich wird man die nicht benützten Krane so abstellen, d. h. meist nach den beiden Ufern hin verfahren können, dass sie keine Unterbrechung im Bild der flachen Kraftwerksbrücke eines Nieder- oder Mitteldruck-Fluss- oder -Kanal-Kraftwerkes verursachen.

Bild 11 zeigt einen Blick durch den «Hauptbedienungsang» eines neuen Niederdruck-Kraftwerkes mit drei Maschinensätzen der vorbeschriebenen Art von insgesamt rd. 24 MW Leistung in ausgesprochener Flachbauweise. Man wird auf keinen Fall bestreiten können, dass die Uebersichtlichkeit und Geräumigkeit sowie die Fülle des von der Unterwasserseite her eindringenden Tageslichtes, das durch die den breiten Fenstern gegenüberliegenden Durchgänge ungehindert auch auf die Turbinenregler, Umformer und sonstigen Hilfsmaschinen trifft, die Raumverschwendung in einer hohen Kraftwerkshalle vollständig entbehrlich erscheinen lässt.

Die mit der Flachbauweise von Kraftwerk und Wehr erzielbare Kostenersparnis ist im Rahmen der Gesamtbaukosten nicht erheblich, aber auch sie spricht zusammen mit Einsparungen an Unterhaltskosten (man denke nur an die riesigen Fensterflächen grosser Maschinenhallen) für die niedrige Bauweise.

Wie erwähnt, liegen aus Bau und Betrieb von acht Kraftwerken am Inn mit einer mittleren Jahres-Erzeugung von fast 2 Mld kWh so günstige Erfahrungen vor, dass auch für die weiteren Bauvorhaben zur vollständigen Ausnützung dieses Flusslaufes von Kufstein bis Passau an der beschriebenen Flachbauweise festgehalten werden soll. Das dürfte der beste Beweis für die Brauchbarkeit dieser Bauform für Kraftwerkanlagen der hier in Betracht kommenden Art sein. Wenn man bedenkt, dass in den seltensten Fällen die Maschinenhalle für die Aufnahme unserer Maschineneinheiten bei Beginn der Montage und oft weit bis in ihren Verlauf hinein so weit fertiggestellt, also mit Wänden, Dach, Fenstern und Toren versehen ist, dass von einem von Witterungseinflüssen unbehinderten Arbeiten in einem geschlossenen Raum gesprochen werden könnte, wenn man ferner in Betracht zieht, dass in dem stets mit der Flachbauform leicht zu vereinbarenden Montageraum, der bei richtig angesetzttem Bauprogramm immer rechtzeitig zum Zusammenbau witterungsempfindlicher Teile der Stromerzeuger und Turbinen fertiggestellt sein kann und saubere Arbeitsbedingungen gewährleistet, so kann von einem Vorteil der Hallenbauweise hinsichtlich der Montagearbeiten keine Rede sein. Dabei erweist es sich als besonders zweckmässig, die vorgenannten Maschinenschachtabdeckungen nicht nur leicht und rasch beweglich auszugestalten, sondern auch so frühzeitig zu beschaffen, dass sie bald

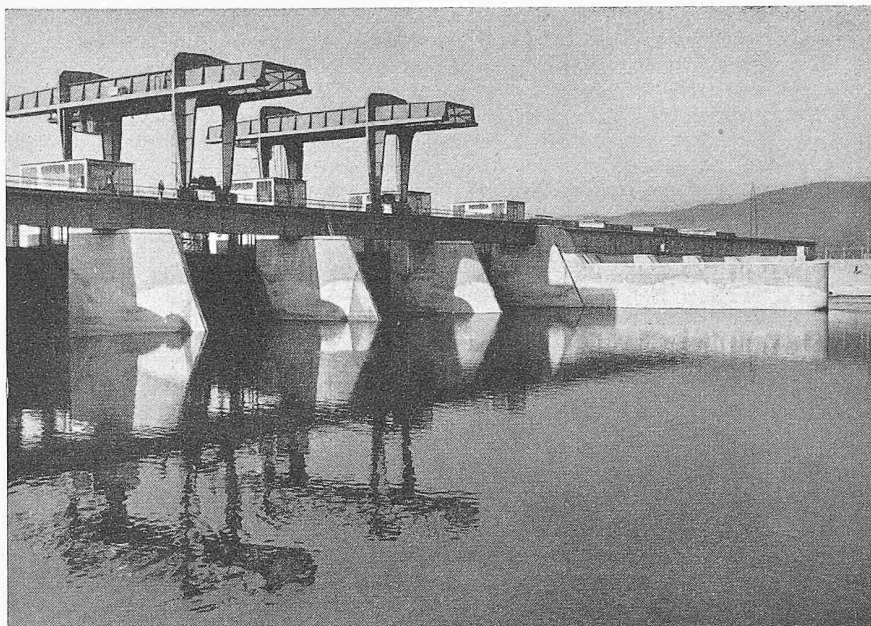


Bild 9. Ausleger-Portalkrane des Inn-Kraftwerkes Simbach-Braunau

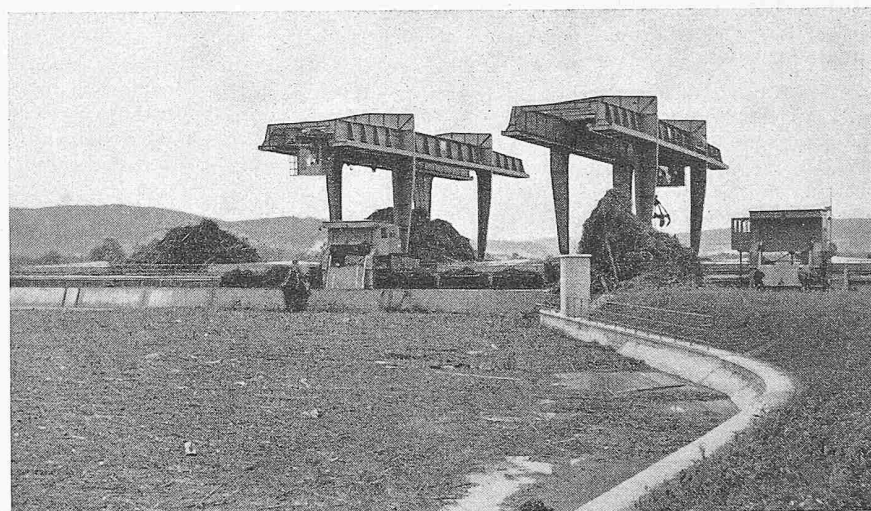


Bild 10. Häufung von Schwemmzeug bei Hochwasser, vorübergehende Stapelung auf Rechenpodest und Kraftwerksdecke bei Flachbauweise



Bild 11. Blick in den Hauptbedienungsang des Inn-Kraftwerkes Stammham in Flachbauweise

nach der Beendigung der Bauarbeiten an der Kraftwerkdecke aufgesetzt und für den Abschluss der Maschinenschächte benützt werden können, also noch bevor der Einbau der empfindlicheren Turbinen- und Generatorteile beginnt. Es ist einwandfrei erwiesen, dass bei solchem Vorgehen die Maschinenmontage in flächgebauten Kraftwerken in keiner Weise zeitlich oder qualitätsmässig im Nachteil ist gegenüber dem Montagevorgang in einem Hallenkraftwerk. Das gleiche kann bezüglich der unbehinderten Durchführung regelmässiger oder unvorhergesehener Instandsetzungsarbeiten an den Maschinen behauptet und dadurch bewiesen werden, dass der Ausnutzungsgrad der bestehenden Maschinenanlagen am Inn Jahr für Jahr nur um wenige Bruchteile eines Prozentes unter der

100 %-Vollausnutzung der Wasserdarbietung liegt. Bei den Revisionsarbeiten lässt sich erfahrungsgemäss der allergrösste Teil unter dem Schutz der Schachtabdeckungen durchführen, und die kurzen Zeiten, da diese Abdeckungen geöffnet werden müssen, können leicht so gewählt werden, dass Witterungseinflüsse nicht schaden.

Abschliessend kann als Ergebnis langjähriger Erfahrung mit einer erheblichen Zahl von Wasserkraftanlagen festgestellt werden, dass die heute hochentwickelte Flachbauweise von Kraftwerk und Wehr der bis jetzt noch üblichen Hochbauform in jeder Weise gleichsteht. Es gibt keinen wesentlichen Grund, sie bei zukünftigen Bauvorhaben nicht anzuwenden.

Adresse des Verfassers: Baurat E. Treiber, Töging am Inn

Der Export von Experten — vom Praktiker aus gesehen

Von der Gesellschaft Arbeitnehmender Maschinen- und Elektro-Ingenieure (GAMEI), Zürich

DK 331.2:62

Im «Bulletin S. E. V.» 1956, Nr. 21, S. 986, erschien ein Aufsatz des Bankhauses *Julius Bär & Co.* unter dem Titel: «Der Export von Experten», auf welchen sich die nachfolgenden Bemerkungen beziehen. Diese hängen mit der Frage des Personalmangels zusammen und weisen auf eine Gesinnung hin, die diesen Mangel mitverschuldet hat. Wir veröffentlichen den Beitrag der GAMEI auf Empfehlung des Vorstandes der S. I. A.-Fachgruppe der Ingenieure der Industrie und enthalten uns eines redaktionellen Kommentars. Red.

Der Kampf um die Besserstellung des technisch geschulten Personals war leider bisher nicht eine Frage nach Recht und Billigkeit. So war es nicht verwunderlich, dass im Jahre 1952, als die Anfangsgehälter der Ingenieure kaum noch zur Deckung der Lebenskosten ausreichten, Diplomanden zur Selbsthilfe griffen, zum Teil unterstützt durch jüngere Professoren. Sie schlossen sich zur Gesellschaft arbeitnehmender Maschinen- und Elektro-Ingenieure (GAMEI) zusammen, um durch organisiertes Vorgehen bei den verantwortlichen Leitern der Industrie bessere Bedingungen erwirken zu können. Es hatte viel gebraucht, bis sich die Ingenieure zu diesem Schritt durchringen konnten, denn die Grosszahl ist individualistisch veranlagt. Vor allem der junge Ingenieur tappt nach der Entlassung von der Hochschule noch im Dunkeln und weiss nicht wo ansetzen. Diskussionen um Anstellungsbedingungen und um Gehälter liegen ihm nicht. Zusätzlich zu dieser Unsicherheit schwächte auch die Einstellung einiger älterer Professoren die Stellung des jungen Ingenieurs, indem diese Lehrer nicht müde wurden, die Studenten von einem längst überholten Gesichtskreis heraus zur Subalternität, zur Nachahmung eines vor dreissig und mehr Jahren noch populären und gangbaren Weges bei der Uebernahme der ersten Anstellungen zu überzeugen — eine merkwürdige Kurzsichtigkeit dieser auf lange Sicht vorausplanenden Forscher.

Im Gegensatz hiezu haben jüngere Professoren während der Vorlesung gelegentlich darauf hingewiesen, dass nicht nur zur Erzielung des Diploms, sondern auch im Erwerbsleben die Freude am Beruf und der Idealismus vorangehen müssen, denn als Metzger oder Milchmann liesse sich weit mehr verdienen. Die GAMEI hat sich inzwischen immer wieder zur Hebung des Berufsstandes im allgemeinen und zur Verbesserung der Lage der jungen Ingenieure im besonderen eingesetzt. Sie versucht, alle arbeitnehmenden Maschinen- und Elektro-Ingenieure zu mobilisieren — ohne zwingende Verpflichtung an die Mitglieder —, um dadurch einen gesunden Antipol zu den straff organisierten Arbeitgeberverbänden zu bilden. Die Zusammenarbeit mit Berufsvereinigungen wird gepflegt; hingegen glauben wir, dass die Trennung in Arbeitgeber und Arbeitnehmer notwendig sei; denn eine Organisation mit Mitgliedern beider Lager birgt die Gefahr in sich, dass den Anliegen der arbeitnehmenden Ingenieure zu wenig Beachtung geschenkt wird.

Was hat der junge Ingenieur bei der Anstellungsverhandlung zu erwarten?

Normalerweise wird dem jungen Ingenieur in der Grossindustrie ein Arbeitsvertrag unterbreitet, der in vielen Fällen eine Konkurrenzklausel und die Geheimhaltungspflicht des Salärs

enthält. Der Lohn wird in gewissen Firmen auf Grund eines vielfach längst überholten Kurvenblattes bestimmt. Wagt es der junge Ingenieur, ein grösseres Gehalt vorzuschlagen, so weiss sich der Personalchef zu schützen, indem er sich auf ein unter den grossen Fabriken vereinbartes Abkommen stützt. Dieses sogenannte «Gentlemen Agreement» legt die Anfangsgehälter fest.

Im Jahre 1951 sah dieses Abkommen für einen Maschineningenieur einen Brutto-Monatslohn von Fr. 525.— vor. Nach einem vierjährigen Hochschulstudium und etwa einem Jahr Militärdienst wurde somit einem 24- bis 25-jährigen Akademiker zugemutet, mit monatlich rd. Fr. 470.— Nettolohn seinen Lebensunterhalt zu bestreiten, und dies inmitten einer guten Konjunkturlage. Diese äusserst bescheidene Entlohnung hat sich in der Zwischenzeit nicht zuletzt auch dank den Bemühungen der GAMEI gebessert, doch bleibt auf diesem Gebiet noch sehr viel zu tun übrig. Nur am Rande sei hier erwähnt, dass der zweckmässige Einsatz der Ingenieure in der Industrie sehr zu wünschen übrig lässt.

Die volkswirtschaftliche Seite des Problems

Das «Gentlemen Agreement» in der Industrie zur Niederhaltung der Anfangslöhne wirkte sich auch auf die Gehälter der älteren Jahrgänge aus. Zudem wurde die Wahl neuer Arbeitsplätze teilweise durch weitere Verträge innerhalb der Gross-Industrie erschwert. Die aufgerichteten Barrikaden gegen die Freizügigkeit waren sicher nicht der Ausdruck des freien Wirtschaftsgedankens.

Die Ingenieure selbst, vorab die jungen, liessen ihrer Enttäuschung über den Berufsstand bei Diskussionen mit Mittelschülern freien Lauf und wurden damit zu Gegnern statt zu Förderern des Nachwuchsgedankens. Ein Tor blieb offen und konnte glücklicherweise bis heute durch niemanden geschlossen werden: Der Weg ins Ausland! Die Unterschiede in der Wertschätzung der technischen Bildung im In- und Ausland ist derart in die Augen springend, dass 20 % und mehr der Absolventen gewisser Semester nach den USA abwanderten. Die Werbung ausländischer Firmen erfolgt heute nicht nur in den Tageszeitungen, sondern geht vielfach persönlich bis in die Wohnung hinein. War früher die Landflucht der Bauern für unsere Wirtschaft ein schwerwiegendes Problem, so ist es heute die Landesflucht der Ingenieure und Techniker!

Es ist ohne weiteres zu erkennen, dass die Wirtschaftslage der vergangenen Jahre zu einem Mangel an Arbeitskräften aller Art geführt hat. Der Bedarf an technisch geschultem Personal nimmt jedoch gegenüber anderen Berufsgruppen mit der fortschreitenden Industrialisierung und Automation mehr zu. Den Wohlstand unseres Volkes verdanken wir hauptsächlich der Forschungs- und Produktionsstärke unserer Elektro-, Maschinen- und chemischen Industrie. Physiker, Chemiker, Ingenieure, Mathematiker und Techniker sind wesentliche Pfeiler, auf die sich die Entwicklung und Produktion unseres Landes stützt. Die Abwanderung dieses Personals in grossem Ausmass führt zu einer Verlangsamung der Expansionsmöglichkeiten verschiedener unserer wichtigen Industriezweige. Bereits sind uns die USA in entscheidenden neuen Entwicklungen, beispielsweise des Atomkraftwerkbaues