Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 88 (1970)
Heft: 8

Artikel: Modernes Unterflur-Flugzeug-Betankungssystem
Autor: Künzler, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84431

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Obschon diese Probleme aus den Erfolgen entstanden sind, die bei der Lösung anderer Probleme erzielt wurden, wäre es falsch zu folgern, dass sie unvermeidlich sind. Wir sind nicht, wie einige Kritiker unseres Gesellschaftssystems behaupten, Sklaven einer unvernünftigen Technik, die unsere besten menschlichen Werte unabwendbar zerstören wird. Dr. *Emmanuel Mesthene* von der Havard-Universität hat darauf hingewiesen, dass die nachteiligen Folgen der Technik von der Autonomie herrühren, die unsere wirtschaftlichen und politischen Institutionen dem Einzelnen bei seinen Entscheidungen einräumen. Er hebt hervor, dass in unserer Gesellschaft die Unternehmungen ständig auf der Suche nach neuen technischen Möglichkeiten sind; verspricht eine neue Technik einen Ertrag, der den Aufwand dafür übersteigt, so wird sie angewendet. Bis anhin hat man aber vom Unternehmer nicht erwartet, dass er sich die Folgen einer neuen Entwicklung für die Gesellschaft als Ganzes überlegt. Auf diese Weise sind viele Probleme allein deshalb entstanden, weil «niemand beauftragt war, sie vorauszusehen und ihnen vorzubeugen».

Auf dem Weg in die Zukunft müssen Ingenieure und Geschäftsleute ihre beruflichen Interessen daher so ausweiten, dass sie erstens in ihren Plänen die Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Umwelt berücksichtigen, und zweitens ganz neue Gebiete einschliessen, die bisher beim Einsatz von Mitteln der Technik und Wirtschaft vernachlässigt worden sind.

Die Lösung zu einigen der neuen Probleme mag in neuen technischen Errungenschaften liegen. Vor allem aber glaube ich, dass wir an die Probleme ingenieurmässig herangehen sollten, das heisst, wir müssen sie zunächst erkennen, dann die Ziele abstecken und schliesslich bewusst die Technik zur Erreichung dieser Ziele einsetzen.

Ein bemerkenswertes Beispiel dafür ist die Entwicklung der «Wundergetreide», die erstmals die Möglichkeit aufzeigen, eines der schwierigsten Probleme zu lösen, nämlich dasjenige der Ernährung von geometrisch anwachsenden Bevölkerungen mit einer wenig elastischen Nahrungsmittelproduktion. Diese hybriden Kornarten wurden von den Ford- und Rockefeller-Stiftungen entwickelt, nachdem die Gründe der begrenzten Nahrungsmittelerzeugung in der unterentwickelten Welt analysiert worden waren. Die Untersuchung zeigte, dass schnellwachsende Arten benötigt werden, die auf Bewässerung und Düngung gut ansprechen, und deren kurze Stengel die schweren Ähren aufrecht tragen und vor Frass uned Fäulnis schützen können. Mit modernen genetischen Methoden wurden neue Weizen-, Reis- und andere Getreidesorten gezüchtet, die bereits jetzt die Landwirtschaft in Asien umwälzen und auch in Afrika und Lateinamerika eingeführt werden.

Eine weitere Studiengruppe, die sich mit solchen Problemen befasst, ist das Hudson Institute. Einige seiner Ideen mögen als Beispiele für die neuartige Anwendung von althergebrachten Ingenieurmethoden dienen. Die Analytiker des Hudson Institute stellten fest, dass Südamerika eine Reihe langer, breiter und langsam fliessender Ströme hat, an denen niedrige Erddämme relativ billig erstellt und ein Seengebiet geschaffen werden könnte, das die grossen Seen Nordamerikas an Ausdehnung überträfe. Sie würden als Transportwege und Energiequellen dienen und weite Gebiete neu erschliessen.

Es wird ferner vorgeschlagen, die drei grossen südamerikanischen Stromsysteme des Amazonas, Orinoco und Paraguay-Paraná miteinander zu verbinden und es auf diese Weise grossen Schiffen zu ermöglichen, den Kontinent zwischen Brasilien, Venezuela, Kolumbien, Peru, Bolivien, Paraguay und Argentinien zu durchqueren.

Ein weiteres Projekt sieht vor, die Wasser des San Juan-Flusses in Kolumbien zu zähmen, in einem Gebiet, in dem die zweithöchsten Niederschläge der Welt fallen. Berechnungen haben ergeben, dass die elektrische Energie aus dieser Quelle dreimal billiger zu stehen käme als die aller anderen kolumbianischen Kraftwerkprojekte. Jenes Tal ist übrigens die niedrigste und kürzeste Wasserscheide des Kontinents und der ideale Ort, um eine Alternative zum Panamakanal zu bauen. Die produzierte Strommenge würde genügen, um das ganze Projekt zu finanzieren; alle Kanalgebühren wären somit Reingewinn.

Diese und andere, ebenso vielversprechende Vorschläge, werden von den südamerikanischen Regierungen sehr ernst genommen; die ersten Schritte zur Verwirklichung sind bereits erfolgt. Das Faszinierende daran ist, dass diese Riesenprojekte, die das Antlitz des Kontinents verändern können, auf dem Bau von niedrigen Erddeichen beruhen, einer einfachen, billigen Methode, die schon den alten Römern bekannt war.

Auf solche Weise kann der moderne Ingenieur seine unentbehrliche Rolle bei der Erfüllung der glänzenden Versprechungen, die die Technik der Menschheit gemacht hat, weiter spielen, vorausgesetzt, sein technisches Geschick entspreche den heutigen Anforderungen, und eine Bildung habe ihm die *Einsicht in das Zusammenwirken aller Wissensgebiete gegeben,* das die heutige Welt kennzeichnet.

Modernes Unterflur-Flugzeug-Betankungssystem

DK 621.64:629.135

Am 17. Mai 1968 wurde der neue Teil des internationalen Flughafens *Genf-Cointrin* offiziell eingeweiht. Neu, grösser und moderner ist das Flughafengebäude, neu sind die Satelliten-Pavillons und die unterirdischen Korridore, durch welche die Passagiere geschützt und bequem vom Flughof zum Flugzeug gelangen können. Eine weitere wichtige Neuerung ist weniger auffällig: die neue Flugzeugbetankungs-Anlage. Die Flugzeuge werden in Zukunft nicht mehr in der herkömmlichen Art mit grossen Tankwagenzügen, sondern ausschliesslich durch ein modernes Hydrantensystem betankt.

Die Erweiterung des Flughafens bot den Treibstoff-Firmen Gelegenheit, eine moderne Betankungsanlage zu bauen. Fünf dieser Firmen schlossen sich zu einem Konsortium mit dem Namen Saraco SA (Société anonyme pour le ravitaillement des avions à Cointrin) zusammen und beauftragten einerseits die BP mit der Planung der Hydrantenanlage und anderseits die ESSO mit dem Bau einer «Pipeline» für die Versorgung dieser Anlage. Die Fernleitung führt von den Tanklagern der beteiligten Firmen auf den Flughafen und mündet dort in unterirdische Satellitenbehälter. Aus diesen wird der Treibstoff durch ein unter dem Betonboden des Abstellplatzes verlegtes Ringleitungssystem zu den Hydranten bei den einzelnen Flugzeugstandplätzen gepumpt (Bild 1). Die Verbindung zum Flugzeug stellt ein Austeil-Fahrzeug her, welches ausser den notwendigen Verbindungsschläuchen nur noch Filter, Wasserabscheider, Durchlaufzähler und ein Druckreguliersystem enthält. Da Behälter und Pumpen wegfallen, können diese Fahrzeuge viel kleiner als die bisher gebräuchlichen Tankzüge gebaut werden, siehe Bild 2. Sie beanspruchen entsprechend weniger Platz und erleichtern dadurch die immer komplizierter werdende Abfertigung der modernen Grossflugzeuge. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Austeil-

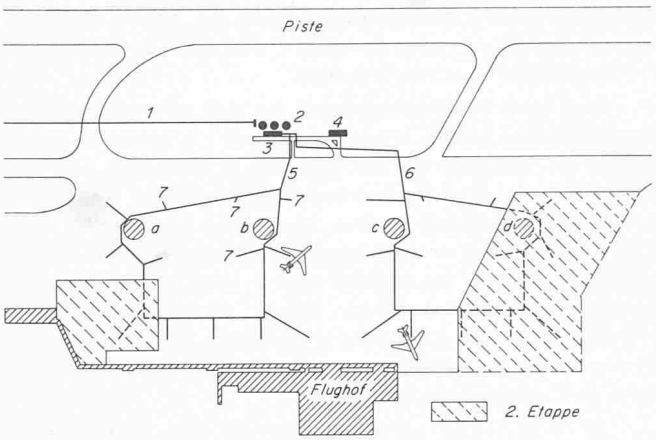


Bild 1. Schematischer Grundriss des unterirdischen Flugzeug-Betankungssystems in Genf-Cointrin

1 Fernleitung vom Lager zum Flughafen
2 Satellitenbehälter
3 Pumpen- und Filtrieranlagen
4 Dienstgebäude
5 Unterflur-Ringleitungen
6 Unterflur-Ringleitungen
7 Flugzeugstandplätze
a, b, c und d Satellitenpavillons

Tabelle 1. Technische Daten der Anlage

Fernleitung zum Flughafen:		
Länge	km	rund 4
Rohrdurchmesser	mm	150
Anzahl Leitungen		2
Leistung pro Leitung	l/min	rund 2000
Satellitenbehälter:		
Bauart		Beton, ausgekleidet mit Stahlblech
Anzahl Behälter		3
Inhalt pro Behälter	m^3	500
Pumpenanlage:		
Bauart		Zentrifugalpumpen
Anzahl Pumpen		1 Druckhaltepumpe 4 Hauptpumpen
Leistung der Druckhaltepumpe	l/min	600
Leistung der Hauptpumpen	l/min	je 2250
Gesamtleistung (erste Bauetappe)	l/min	rund 9000
Betriebsdruck	atü	rund 7,5
Höchstdruck	atü	rund 9,5

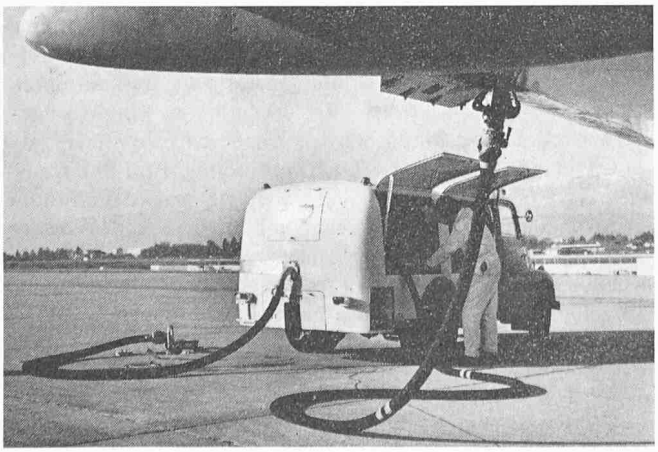
fahrzeuge zwischen den einzelnen Betankungen nicht mehr zum Auffüllen in die Lager fahren müssen, was zur Entlastung der Verkehrswege beiträgt. Die wichtigsten Daten der Anlage sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Steuerung des Hydrantensystems

Das Hydrantensystem arbeitet vollautomatisch. Das gesamte Rohrleitungssystem steht im Ruhestand unter Druck. Wird an einem der Hydranten Treibstoff entnommen, sinkt dieser Druck und ein Pressostat schaltet die erste Pumpe ein. Je nach Bedarf werden dann durch einen Mengenmesser weitere Pumpen zugeschaltet. Nach Beendigung einer Betankung wird auf gleiche Weise eine Pumpe nach der anderen abgestellt. Die Überwachung erfolgt vom Kontrollraum des Dienstgebäudes aus, wo auch sämtliche ein- und ausgehenden Mengen Treibstoff sowie die Bestände gemessen und angezeigt werden. Im Bedarfsfalle kann die Automatik ausgeschaltet und die Anlage von Hand gesteuert werden.

Das Rohrleitungssystem umfasst zwei Leitungen. Parallel zur Hauptleitung, die einen Durchmesser von 12″ aufweist, wurde eine zweite Leitung von 9″ Durchmesser verlegt. Diese soll später ermöglichen, auch ein weiteres Produkt durch das Hydrantensystem ausliefern zu können. Jeder Flugzeugstandplatz ist mit zwei Hydranten pro Leitung ausgerüstet, so dass ein Flugzeug mit zwei Austeilfahrzeugen und einer Gesamtleistung von rund 4500 l/min betankt werden kann.

Bild 2. Über ein Austeilfahrzeug wird vom unterirdischen Betankungssystem der Brennstoffbehälter eines Flugzeuges gefüllt



Um dem steigenden Bedarf an Treibstoff auch in Zukunft Rechnung tragen zu können, wurde die Anlage so entworfen, dass sie bis auf ein Mehrfaches der gegenwärtigen Leistung ausgebaut werden kann.

Betriebssicherheit

Der Sicherheit wurde während dem Bau der Anlage ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt. So hat man zum Beispiel sämtliche Schweissnähte der Rohrleitungen mittels Röntgenstrahlen geprüft. An gefährdeten Stellen wurden doppelwandige Rohre verwendet, deren Dichtheit ausserdem laufend überwacht wird. Im weiteren wurden an verschiedenen Punkten Notschalter angebracht, die gestatten, das ganze System im Falle einer Panne sofort ausser Betrieb zu setzen.

Um auch den Anforderungen des Gewässerschutzes gerecht zu werden, ist die ganze Lagerungs- und Pumpen-Anlage mit einem dichten Betonboden versehen, und sämtliche Abwasserleitungen führen über grossbemessene Benzinabscheider.

Qualitätskontrolle der Flugtreibstoffe

Flugtreibstoff muss in stets gleichbleibender, einwandfreier Qualität geliefert werden und darf vor allem keinerlei Unreinigkeiten oder Wasser enthalten. Schon kleine Schmutzteilchen können die empfindlichen Einspritzdüsen der Strahltriebwerke verstopfen. Wasser würde bei den äusserst niedrigen Temperaturen, denen der Treibstoff beim Flug in den heute üblichen Flughöhen ausgesetzt ist, gefrieren und die Leitungen verstopfen. Schon bei der Anlieferung von der Raffinerie an die Lager der einzelnen Gesellschaften wird der Treibstoff einer ersten Prüfung unterzogen. Dann bleibt er einige Zeit im Lagerbehälter liegen, damit sich allfällige Wassertröpfchen und Schmutzteilchen absetzen können. Beim Eintritt in die Satellitenbehälter auf dem Flugplatz sind Filter angebracht, die Schmutz und Wasser fernhalten. Die Behälter selber sind mit einem widerstandsfähigen Epoxiharzanstrich versehen, so dass die Mantel- und Bodenbleche nicht rosten und den Treibstoff verunreinigen können. Die Saugleitungen in diesen Behältern sind zudem schwimmend aufgehängt, und es wird immer unmittelbar unter dem Flüssigkeitsspiegel angesaugt. Nach den Pumpen sind Feinfilter-Wasserabscheider eingebaut, die Schmutzteilchen von 0,005 mm ⌀ noch

zurückhalten. Ein letzter Filter-Wasserabscheider befindet sich im Austeilfahrzeug. Alle diese Filteranlagen werden ständig überwacht. Zusätzlich werden an bestimmten Stellen regelmässig Proben entnommen und teils visuell, teils chemisch untersucht und auf Reinheit geprüft.

*

Diese Anlage versetzt Genf-Cointrin in die beneidenswerte Lage, einen der heute modernsten Flughäfen zu besitzen. Es steht ausser Zweifel, dass der Bau von Anlagen wie die hier beschriebene mit erheblichen Investitionen verbunden ist. Es wäre aber falsch, sie als Luxus abzutun; sie wurde auch nicht erstellt, um das modernste zu haben, oder weil die vielen Tankzüge den Blick des Zuschauers stören. Sie ist vielmehr das Produkt vorausschauender Planung sowie eines gesunden Menschenverstandes. Sie dient weder lärmverursachenden Monstern noch der Geltungssucht einiger wenigen, sondern schlicht und einfach den vielen Passagieren, der Wirtschaftlichkeit des Luftverkehrs und – zuletzt genannt, aber nicht minder wichtig – dem Gewässerschutz schlechthin.

Durch die Inbetriebnahme einer solchen Anlage können die langwierigen Betankungsvorgänge, insbesondere von Flugzeugen, die auf interkontinentalen Strecken verkehren, verkürzt werden, weil gleichzeitig an mehreren Stellen angezapft und mehrere Behälter zugleich gefüllt werden können. Die Brandgefahr wird vermindert. Man vergegenwärtige sich die Betankung eines «Jumbo-Jets», dessen Behälter bis über 120 000 l fassen, mittels Tankfahrzeugen von je 10 000 oder 20 000 l Inhalt! (vgl. SBZ 1969, H. 17, S. 321 bis 324).

Der Verkehr solcher Tankzüge beschränkt sich nicht nur auf das Flughafengebiet. In der Regel müssen sie bei der Fahrt von den Lagern bis zum Betankungsort eine nicht unerhebliche Strecke auf öffentlichen Strassen zurücklegen und sind dort den allzu bekannten Gefahren ausgesetzt. Das Umkippen eines solchen Fahrzeuges ist wohl selten, auch das Auslaufen seines Inhaltes als Folge eines Unfalles. Die Wahrscheinlichkeit aber, dass ein gleich schweres Vorkommnis bei einer sachgemäss verlegten und mit den modernsten Geräten überwachten Fernleitung geschieht, ist ganz erheblich geringer. Und es dürfte sich langsam herumgesprochen haben, wie wenig Benzin, Kerosin oder Öl nötig ist, um einen ganzen Grundwasserstrom für lange Zeit zu verseuchen!

Man kann Ausgaben sparen, ja man ist dazu sogar verpflichtet, wenn sie unnötig sind; man darf es aber dort nicht tun, wo die möglichen Folgen weit schwerwiegender sind als der ersparte Betrag. Die Grosszügigkeit bei der Planung des Genfer Flughafens sollte deshalb Schule machen.

M. K.

Neuer Verbundwerkstoff für die Verfahrenstechnik

DK 621.771.8:662.2

Die Chemie hat sich in den letzten Jahrzehnten unter den Wachstumsindustrien der Welt einen Spitzenplatz erobert. Dabei spielten neben eigenen grossen Erfolgen in Forschung und Entwicklung bei entsprechend steigendem Bedarf für ihre zahlreichen Produkte auch die technischen Fortschritte im Apparatebau und in der Metallurgie eine wesentliche Rolle. Titan und vor allem titanplattierte Bleche werden künftig im Chemieanlagenbau unentbehrlich sein, weil mit ihrer Hilfe zahlreiche auf diesem Gebiet auftauchende Korrosions- und Konstruktionsprobleme zu lösen sind. Titan ist gegenüber den meisten oxydierenden Medien auch bei höheren Temperaturen allen herkömmlichen Werkstoffen überlegen. Durch diesen Werkstoff ist es überhaupt erst möglich geworden, bestimmte chemische Verfahren bei höheren Temperaturen und verbessertem Wirkungsgrad zu verwirklichen.

Aus Titan und Titanlegierungen werden heute bereits die verschiedensten Behälter, Kessel, Wärmeaustauscher, Heiz- und Kühlschlangen, Rohrsysteme, Einbauten und Auskleidungen, aber auch ganze Maschinenelemente, wie zum Beispiel Pumpen und Armaturen, einschliesslich der Teile wie Ventile, Federn, Membranen usw. hergestellt. In der Papier- und Textilindustrie sind Bleich- und Färbewannen aus diesem Metall aufgebaut; bei Elektrolyseverfahren wie beim Eloxieren, Elektropolieren und Galvanisieren, bestehen Wannen, Gestelle, Körbe und Trommeln aus Titan. Das gleiche gilt für Beizanlagen. Bei Eindampfern von Seewasseraufbereitungsanlagen ist Titan heute bereits unentbehrlich.

Noch immer aber ist Titan ein verhältnismässig teurer Werkstoff, so dass Kolonnen und Reaktoren mit hohen Wandstärken aus Vollmaterial sehr kostspielig sind. Eine Walzplattierung von Stahl mit einer dünnen Schutzschicht aus Titan ist bisher technisch nicht durchführbar. Stattdessen brachte hier den entscheidenden Durchbruch die von der Krupp-Forschung entwickelte Sprengplattierung. Mit ihrer Hilfe können die verschiedensten metallischen Verbundwerkstoffe hergestellt werden. So besteht zum Beispiel die tragende Aussenwandung aus dem preiswerteren Stahl, und nur die mit den Chemikalien unmittelbar in Kontakt kommenden Innenflächen aus einer Titanauflage. Das Verfahren findet Anwendung bei Herstellung und Verarbeitung sprengplattierter Stahlbleche und in einer besonderen Unterwasservariante zur Auskleidung von Kesseln und sonstigen Behältern mit Titan.

Beim Sprengplattieren wird das Auflageblech durch den Detonationsdruck von rund 50000 at auf den Grundwerkstoff gepresst, so dass die Metallflächen innigsten Kontakt bekommen. Dabei bildet sich ein fester Verbund zwischen den Kristallflächen der beiden Metalle, ähnlich wie beim Kaltpressschweissen. Bei der Explosion des Sprengstoffes entstehen im Detonationskern zwar Temperaturen bis zu 3000 °C. Sie beeinflussen wegen der nur sehr kurzen Einwirkungszeit jedoch nicht die Werkstoffstruktur.

Die Technik der Sprengschweissung ist mittlerweile so weit fortgeschritten, dass die Fried. Krupp GmbH Schmiede und Giesserei die Produktion sprengplattierter Stahlbleche und der Apparatebau deren Weiterverarbeitung zu Apparaten und Behältern aufgenommen hat. Die Plattierungen lassen sich dabei mit reproduzierbaren Eigenschaften gesteuert herstellen, und zwar mit Haftfestigkeiten, die bei 20 bis 35 kp/mm² liegen und damit sogar die von der Norm geforderten Werte übertreffen. Auch bei 180°-Faltproben mit Titan auf der Druck- und Zugseite treten keine Risse auf, so dass Titan-Stahl-Plattierungen eine problemlose Kaltverarbeitung erlauben.

Schwierigkeiten bereitete der neue Verbundwerkstoff zunächst bei der Schmelzschweissung. Beide Metalle müssen völlig unabhängig voneinander geschweisst werden, weil sonst eine Reaktion eintritt, die zu einer Versprödung der Naht führt. Hierzu wird die Titanseite im WIG-Verfahren unter Edelgasschutz verschweisst und die Stahlseite mit besonderen Vorsichtsmassnahmen und zusätzlichem Edelgasschutz der Titanseite. Das Verfahren dürfte in Zukunft eine zunehmende Bedeutung gewinnen, denn im Laufe der Versuche wurde von den Metallurgen bewiesen, dass mit diesem auch andere, wegen unterschiedlicher Schmelzpunkte und Ausdehnungskoeffizienten eigentlich «unmögliche» Werkstoffpaarungen mit Stahl zu verwirklichen sind, so zum Beispiel sprengplattierte Auflageschichten aus Tantal, Zirkon, Molybdän sowie Aluminium mit Bronzen und das Sprengplattieren von NE-Metallen wie Titan mit Kupfer.