

COMMENTS  
on the article

"Die Speisewasser - Innenaufbereitung bei den  
Dampflokomotiven der Deutschen Bundesbahn".

written by

J. ROBRAD in Eisenbahnteschnische Rundschau,  
Mai 1956, 183-190.

Summary of the Comments:

The article confirms this discussor's thesis  
included in the water treatment developed for  
the Belgrano Ry. (Argentina).

An interesting contribution to the art (which  
this discussor incorporates into his creed) is  
injecting the cooling water for washouts in the  
superheater header (where the throttle is on  
the header) so that any deposits or oxides are  
flushed into the boiler, where they are harmless.

6-3-84

Issued: March 1, 1984

L. D. PORTA

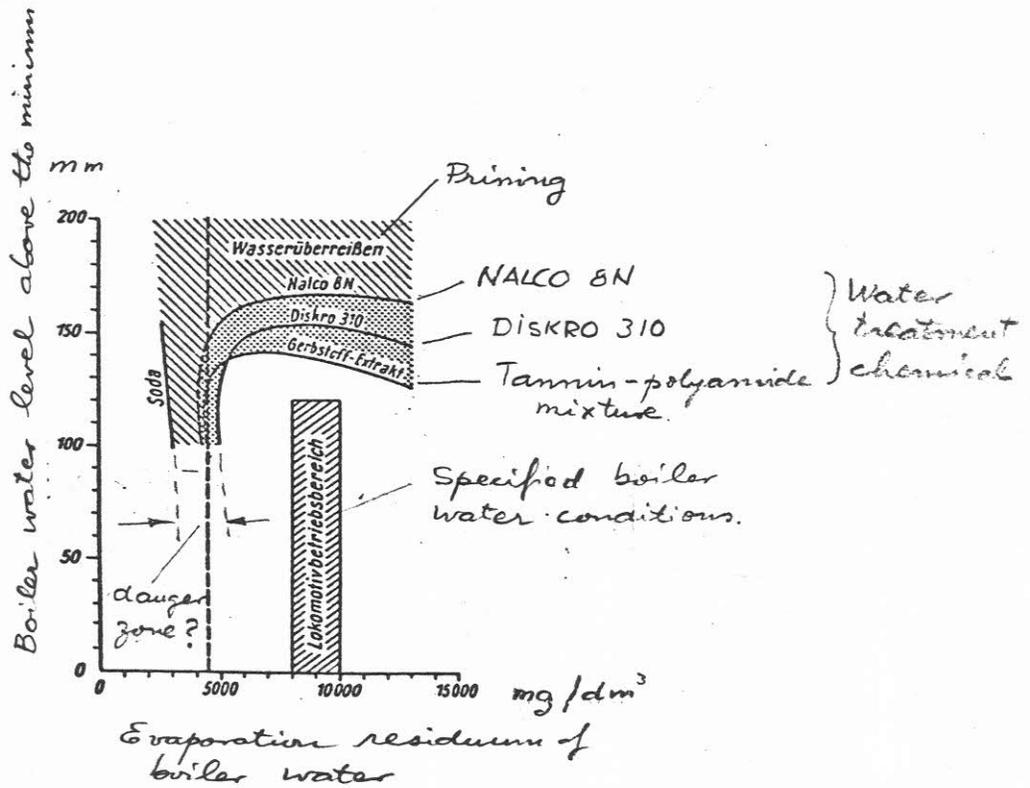


Fig. 1 Limit of boiler working conditions in relationship to priming.

302351

C O M M E N T S, by L. D. Porta on...

ROBRADE, J.: "Die Speisewasser-Innenaufbereitung bei Dampflokomotiven der Duetschen Bundesbahn." Eisenbahntechnische Rundschau, Mai 1956, 183-191.

Besides confirming all that is known about internal water treatment (\*), some additional information and new concepts are gained. The author points out that the now (1955) adopted internal water treatments are not just the classical because (i) means are included to make the sludge very fluid, non-settling, and (ii) antifoams are used permitting more latitude in boiler water chemistry. NO MENTION IS MADE ABOUT CAUSTIC ENBRITTLEMENT, which is somewhat surprising. This confirms this discussor's thesis (\*) about not fearing for high boiler water alkalinities.

The author says that antifoams (poliamides are mentioned) allow for a complete softening of the water in the boiler. So far, this is the first time that this discussor has found such concept in the literature. The usual approach is that antifoams are used just to control foaming tendencies and not as a means of permitting a better water chemistry. This is an intermediate step in the way to this discussor's thesis, namely: ANTIFOAMS PERMIT TO PLAY AT WILL WITH BOILER WATER CHEMISTRY AND TO CONSIDER THE BOILER AS A CRYSTALLIZER.

The following interpretation is offered for the information coming out of Fig. 1. First, it is apparent that a minimum TDS (total dissolved solids) is required for the antifoams to work. This checks with information coming from East Germany, and confirms this discussor's feelings based on his locomotive driving experience according to which "things are proper when you get above a certain minimum water concentration".(+) In East Germany, the recommendation is to get above 6000 ppm as soon as possible after a washout (no blowdown!) when

---

(\*) PORTA, L. D.: "Steam Locomotive Boiler Water Treatment" (unpublished).

(+) apparently 4500 ppm from Fig. 1.

the boiler is filled up with unconcentrated water. The steepness of the curves near the minimum ( $\approx 4500$  ppm) suggests that the concerned phenomena are very definite, for it repeats for all the three different antifoams. This discussor never tried an experimental check on said "feelings."

Again, this goes against the old religion of blowdowns (purges).

The curves are limited to a minimum level showing in the glass of 100 mm (4 in). This implies that working below that figure is "officially" not normal.

With all probability, the curves refer to the normal "rated" evaporation.(\*). Since three different and very close lines are given, the implication is that their accuracy is on the high side, a difficult matter to achieve if tests are carried out on the road: the German standard "tube" glasses show considerable oscillations. This leads to thinking that the tests have probably been carried out under stationary conditions. The implication is also that an accurate definition is applied to differentiate "water entrainment" (wasseruberreissen) from "non-entrainment". The article mentions (p.191) that steam purity has been many times monitored. It has been established that good antifoams lead to a sharp definition of the top foam surface (PORTA, l.c.), this in contrast with less powerful antifoams (or no antifoams) which lead to filling the steam space with large bubbles. These large bubbles are associated with a definite steam wetness and contamination which decreases with the height above the water level. Yet, this wetness is not enough to cause a noticeable steam temperature drop or to appear as visibly humid steam in the exhaust. Accepting that an interpretation of the German word "wasseruberreussen" means "significant steam contamination", the implication is that with the antifoams referred to by the author (and its mode of use) the foam height above the water level showing in the glass is considerable. Taking the height of the steam space of German boilers as about 400 mm (16 in), that foam height should have a thickness of  $\approx 250$  mm (10 in) because said significant contamination appears when the water height in the glass is above 150 mm (6 in.). This is contrary to this discussor's

---

(\*)  $57 \text{ kg im}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ;  $70 \text{ kg im}^{-2} \text{ h}^{-1}$  for post war designs.

experience in which the foam height, assessed both by control electrodes and steam purity measurements, has consistently been less than 70 mm (3 in.). This interpretation of foaming phenomena as shown in Fig. 1, as it is recognized, leaves much to be desired (\*).

It is interesting to note that above a given concentration ( $\approx 6000$  to  $8000$  ppm) the TDS has no (or decreasing) influence on foaming. This checks well with this discussor's experience (related to diestearildietilendiamide!) in which TDS up to  $58000$  ppm have been tested at steam space loadings probably threefold of those of the German figures.

The specified TDS is between  $8000$  and  $10000$  ppm. The concept is thus one of a range and not one of maxima as was the current one. In the treatment developed under the direction of this discussor at INTI, the concept of a minimum TDS ( $\approx 10000$  ppm) was also established, the maximum set at about  $20000$  ppm. The small range provided in Germany requires considerably more control.

The author's note about the baking of precipitates which results from emptying a hot boiler immediately after releasing the steam pressure is known, and, for example, French instructions prescribe that the washing out procedure should begin immediately after the firebox crown has been cleared out of water. In Germany, a cooling down procedure is practiced. In engines having the throttle after the superheater, a connection is arranged in the superheater header so that the cooling water is used to flush the elements out of deposits. The latter consist of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  and solid sludge (mostly  $\text{CaCO}_3$ ), i.e. largely water soluble stuff. This discussor incorporates this arrangement to his creed because of its simplicity and convenience. Besides, the chances are for any oxidized or gritty matter to be entrained to the boiler where it is harmless. NOTHING IS ENOUGH TO GET THE MAXIMUM STEAM PURITY BEARING IN MIND ITS EFFECT ON CYLINDER WEAR (+).

---

(\*) It is noted that, because of the wagon top characteristic of German boilers, the  $250$  mm figure becomes some  $150$  mm if it were referred to an ideal boiler whose evaporation surface is independent of the height: the BELPAIRE firebox used in this discussor's tests approaches this condition.

(+) See Appendix to this discussion.

One of the rôles of the added organics is to scavenge oxygen, thus agreeing with INTI treatment in which quebracho tannin is added for that purpose.

In West Germany, the treatment is used to descale boilers, which extends over a period of six months (as in France). This discussor thinks that that time is excessive. It may be that an engine to be descaled can be put in light service for one week so as to reduce the risk of overheating due to heavy scale-shell accumulations.

As reported in the article, at last the Germans discovered that some "draining" holes (for example in the dry pipe and the auxiliary feed pipe) served the sole purpose of sending water containing dissolved and suspended solids into the superheater, air brake pumps, carriage heating systems, etc.!

This discussor learned that the hard way. Over 20 years, deposits in superheater elements and vacuum brake ejector cones puzzled him until these holes were discovered and plugged off.

## APPENDIX

### THE EFFECT OF SOLIDS IN CYLINDER WEAR

The analysis of carbonaceous deposits found in steam locomotive cylinders shows that they are largely made up of solid matters aspirated from the blast pipe during drifting, and solid material coming from the boiler. Both act as abrasives increasing the roughness of ring and liner surfaces, thus spoiling their ability to achieve hydrodynamic lubrication when conditions lead to a very small film thickness. Thus, a premature metal-to-metal contact occurs, leading to increased wear. This wear is superimposed to abrasive wear. One of the reasons for oil filtering in internal combustion engines is the elimination of abrasive matter in the oil, even if the above mentioned mechanism has not been properly understood.

# Die Speisewasser-Innenaufbereitung bei den Dampflokomotiven der Deutschen Bundesbahn

Von Dipl.-Ing. Joachim ROBRADÉ, Minden (Westf.)

DK 621.133.712

Die Aufbereitung des Lokomotivspeisewassers hat für die Unterhaltung, Leistung und Lebensdauer der Kessel größte Bedeutung; sie wird heute in zunehmendem Maße als sogenannte Innenaufbereitung auf der Lokomotive selbst vorgenommen. Der an Einführung, Entwicklung und Überwachung des neuen Verfahrens bei der Deutschen Bundesbahn maßgeblich beteiligte Verfasser beschreibt dessen Wesen und Erfolge.

Treatment of locomotive feed water is of great importance for the maintenance, performance and life of the boilers. It is in an ever increasing degree performed as "interior treatment" on the locomotive. The author, one of the officials responsible for the introduction, development and control of the new system at the German Federal Railways, describes its features and the success achieved.

Le traitement des eaux d'alimentation des locomotives à vapeur offre un très grand intérêt du point de vue de l'entretien, du rendement et de la durée de vie des chaudières. De plus en plus le traitement de l'eau s'effectue dans la chaudière elle-même. L'auteur, qui a contribué pour une large part à l'évolution des méthodes d'exploitation et de construction. L'auteur expose les résultats d'une étude portant spécialement sur le domaine de la voie.

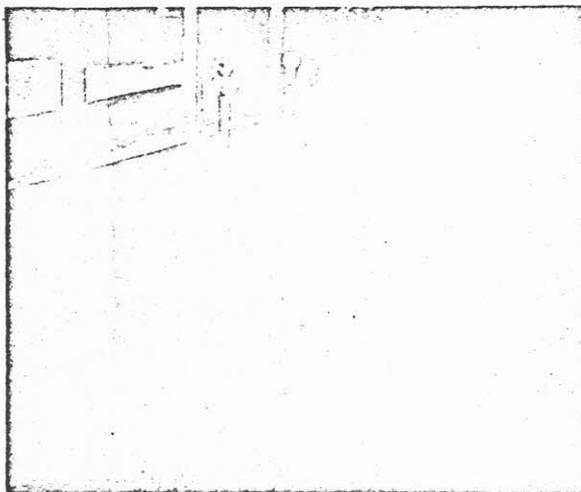
La preparación del agua de alimentación de las locomotoras, que es de suma importancia para el entretenimiento, rendimiento y longevidad de la caldera, se practica hoy en día en una medida cada vez mayor en la locomotora misma. El autor del artículo, que ha colaborado decisivamente en la introducción, el desarrollo y la vigilancia de este nuevo sistema en los FF.CC. Federales Alemanas, describe su naturaleza y los éxitos logrados a base del mismo.

## A. Umfang der Innenaufbereitung

Die chemische Aufbereitung des Speisewassers im Lokomotivkessel selbst, die sogenannte Innenaufbereitung, hat in den letzten Jahren bei der Deutschen Bundesbahn einen großen Umfang angenommen. Es liefen mit Innenaufbereitung am 1. Mai 1952 178, am 1. August 1953 1906, am 1. August 1954 3650 und am 1. Dezember 1955 4585 Lokomotiven.

Wie ist diese rasche Ausdehnung zu erklären? Einmal durch den Umstand, daß nur geringe Aufwendungen gemacht werden müssen, um die Innenaufbereitung aufzunehmen. Zwei Vorratsbehälter, zwei Meßbecher zur Beigabe der Pulver in den Tender beim Wassernehmen, das sind die erforderlichen Geräte auf der Lokomotive. Im Bahnbetriebswerk werden ein trockener Lagerraum für die Chemikalien und ein kleiner Raum als Labor (Bild 1)

Bild 1: Wasserlabor im Bahnbetriebswerk mit Drehtisch.



zur laufenden Untersuchung der Kessel- und Tenderwasser benötigt. Das alles sind Aufwendungen, die ein Bahnbetriebswerk aus eigener Kraft aufbringen kann. Auf der anderen Seite stehen als beachtliche Erfolge saubere, steinfreie Kessel, mindestens auf das Doppelte verlängerte Auswaschfristen und Ersparnisse an Kesselarbeiten im Bahnbetriebswerk und im Ausbesserungswerk.

## B. Die chemischen Voraussetzungen

Die Speisewasser-Innenaufbereitung hat zwei Seiten, eine chemische und eine verfahrenstechnische. Die chemische Seite ist im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte von den Firmen Nalco (1) in Chicago, Lambro (2) in Mailand, Tannin Developments Ltd. (3) in England und von der SNCF (4) in Frankreich gelöst\*). Allen Verfahren ist gemeinsam, daß die Härtebildner des Wassers in erster Linie durch Soda und Natriumbikarbonat ausgefällt werden. Die Menge dieser Chemikalien je Kubikmeter Wasser ist der Nicht-Karbonat-Härte proportional. Bei der Enthärtung werden die Härtebildner in wasserunlöslichen Schlamm, wasserlösliche Salze, Kohlensäure und Wasser umgewandelt. Das Neue an der jetzt angewandten Innenaufbereitung ist, daß die außer der Soda und dem Natriumbikarbonat dem Tenderwasser beigegebenen Spezialmittel, nämlich das Nalco 8N, das Diskro 310, das Gerbstoff-Polyamid-Gemisch sowie das TIA-Komplexmittel Stoffe enthalten, die den Schlamm und die Salze für den Kesselbetrieb erträglich machen. Die organischen Stoffe in den Spezialmitteln bewirken, daß der Schlamm nicht zähe und schwer wie Lehm zu Boden sinkt, sondern daß er eine flockige, leicht fließfähige Struktur annimmt. Auch nach stundenlangem Stehen im Becherglas folgt er sofort der Schrägstellung des Glases

\* Die Verfahren werden in der Bundesrepublik vertreten durch die Firmen

- (1) Lurgi, Gesellschaft für Chemotechnik, Frankfurt a. M.
- (2) Marquart AG, Beuel/Rh.
- (3) Rheinische Gerbstoff-Extrakt-Fabrik, Karlsruhe.
- (4) Krauß-Maffei AG, München-Allach.

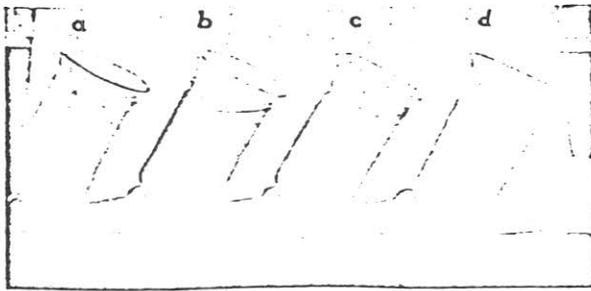


Bild 2: Wasser mit Schlamm aus einer Lokomotive der Baureihe 23 mit Innenaufbereitung. Die Inhalte der Gläser wurden umgerührt und die Gläser nach einer Standzeit von a) 186 Minuten, b) 66, c) 36 und d) 6 Minuten geneigt.

(Bild 2). Ebenso wird er im Kessel sofort aufgewirbelt, wenn eine selbst mehrere Tage lang abgestellte Lokomotive wieder angeheizt wird. Der andere Störenfried für den Kesselbetrieb mit aufbereitetem Wasser ist der Salzgehalt. Man half sich früher bei den Versuchen der Innenaufbereitung mit kräftigem Abschlammen, um die Salzanreicherung im Kessel in den für ihn unschädlichen Grenzen zu halten. Aber diese Grenzen liegen sehr niedrig. Nur bis 4000 mg Abdampfrückstand je Liter Wasser kann der Kessel vertragen, ohne Wasser in den Überhitzer überzureißen und die Dampftemperatur auf Naßdampf zu senken. Hier haben nun die in den Spezialmitteln enthaltenen „Gegenschäumstoffe“ einen ganz erheblichen Fortschritt gebracht. Die Gegenschäumstoffe sind entweder Polyamide (Zwischenprodukte der Nylonfabrikation) oder andere hochmolekulare Verbindungen, die die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen und dadurch den Schaum zerstören. Wie Bild 3 zeigt, kann bei richtiger Zugabe dieser Spezialmittel der Abdampfrückstand des Kesselwassers noch 10 000 mg/l weit überschreiten, ohne daß es — bei mittlerem Wasserstand — zu einem Überreißen kommt. Diese Gegenschäummittel haben die Vollenthärtung des Speisewassers im Lokomotivkessel selbst überhaupt erst möglich gemacht.

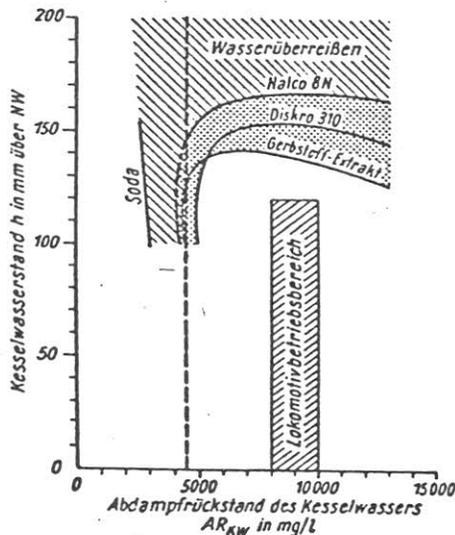


Bild 3: Grenzen des Kesselbetriebs ohne Wasserüberreißen.

Die Aufgaben der Spezialmittel sind mit den genannten Wirkungen noch nicht erschöpft; sie verhüten weiter eine vorzeitige Ausfällung der Härte in den wasserführenden Leitungen an der Lokomotive und bilden einen Korrosionsschutz auf der Oberfläche des Kesselinneren. Sie sind also universell wirksam; sie müssen nur der Menge des gefaßten Wassers, nicht auch seiner Härte entsprechend beigegeben werden.

Die genaue Zusammensetzung der Mittel wird als Firmengeheimnis gehütet. In den mit den Lieferfirmen vereinbarten Abnahmebedingungen sind jedoch die Hauptgruppen wie organische Stoffe, Phosphate, Antimousse, Soda und Ätznatron festgelegt, so daß eine gleichbleibende Güte bei den Lieferungen sichergestellt und im Interesse ordentlicher Wirksamkeit durch den Abnahmedienst der Deutschen Bundesbahn laufend nachzuprüfen ist.

### C. Die Verfahrenstechnik

Die verfahrenstechnische Seite bei der Innenaufbereitung umfaßt die Beigabe der Chemikalien zum Speisewasser, die Überwachung der Roh- und der Kesselwässer, das Entschlammern und Entsalzen und schließlich das Auswaschen der Kessel. Der dafür bei der Deutschen Bundesbahn für ihren Betrieb nötige organisatorische Aufbau wurde vom Bundesbahn-Zentralamt Minden geleitet.

Außer bei dem TIA-Verfahren sind dem Wasser zur Innenaufbereitung zwei Chemikalien beizugeben: Soda bzw. Soda-Natriumbikarbonat-Gemisch und das Spezialpulver. Diese beiden Chemikalien werden auf der Lokomotive in zwei Behältern mitgeführt. Zunächst haben die Bahnbetriebswerke diese Behälter selbst hergerichtet und sie hinten auf dem Tender neben der Wassereinlaufklappe aufgestellt; der Heizer mußte also zum Dosieren den Tender besteigen. Neuerdings werden die Behälter im Tenderumlauf in den Wasserkasten versenkt und sind vom Heizerstand aus erreichbar. Mit einem großen Meßbecher von rund 1000 cm<sup>3</sup> Inhalt für die Soda und einem kleinen von rund 200 cm<sup>3</sup> für das Spezialpulver werden die beiden Stoffe abgemessen und beim Wassernehmen ins Tenderwasser geschüttet. Eine Dosiertabelle gibt dabei dem Personal an, welche Mengen der Chemikalien an den einzelnen Wasserstellen beizugeben sind; so bedürfen zum Beispiel 18 m<sup>3</sup> Wasser im Bahnhof Hamm drei kleiner Becher Nalco 8N-Pulver und drei zweidrittel großer Becher Soda für richtige Aufbereitung. Die Dosiertabelle wird von dem Wassertechniker der Bundesbahndirektion alle zwei bis drei Monate auf Grund von Rohwasseranalysen nach bestimmten, den einzelnen Verfahren eigenen Formeln neu errechnet. Auf diese Weise wird eine den Wasserverhältnissen genau angepaßte, individuelle Beigabe der Chemikalien zum Speisewasser und eine Vollenthärtung des Kesselwassers erreicht. Durch chemische Analyse der Kessel- und Tenderwässer, die der Wasserprüfer des Bahnbetriebswerks an jeder Lokomotive alle drei Tage vornimmt, wird das richtige Arbeiten des Lokomotivpersonals sowie die richtige Wirkung der Chemikalien überwacht.

Zu den mit der Innenaufbereitung verbundenen Pflichten des Personals gehört weiter das Abschlammen des Kessels. Die Weisungen hierfür sind von den Wasserverhältnissen abhängig und daher örtlich verschieden. Sie sehen meistens ein Abschlammen im Heimat- und Wendebahnbetriebswerk vor und weiteres Abschlammen während der Fahrt nach bestimmten Zeiten. Vom Führerstand

(\*) Signal PORTA!

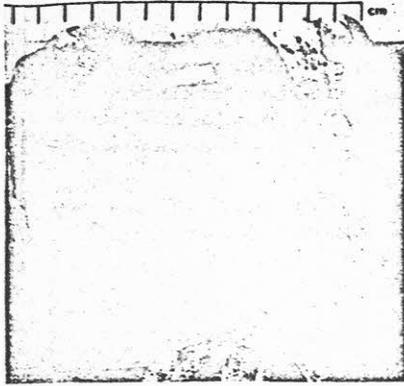


Bild 4: Kesselstein aus einer Lokomotive der Baureihe 78 ohne Innenaufbereitung.



Bild 6: Kesselstein aus einer Lokomotive der Baureihe 41, zum Teil mit außenaufbereitetem Wasser gefahren.

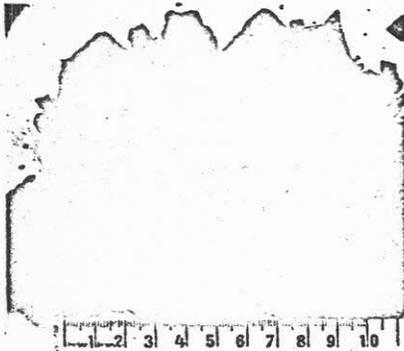


Bild 5: Kesselstein aus einer Lokomotive der Baureihe 41 ohne Innenaufbereitung, nach dem Abkühlverfahren ausgewaschen.

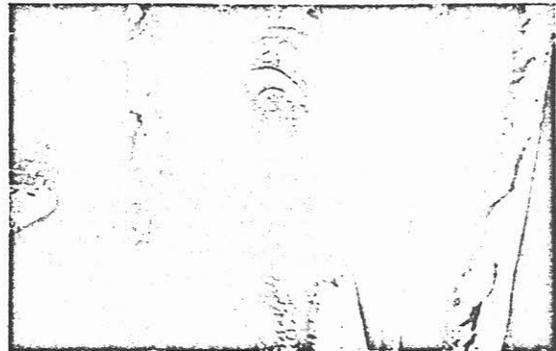


Bild 7: Blick auf Queranker im Stehkessel einer ohne Innenaufbereitung gefahrenen Lokomotive der Baureihe 01.

aus bedienbare Abschlammmorgane sind dafür bei den Einheitslokomotiven und bei mehreren älteren Gattungen vorhanden. Die Beobachtungen ergaben, daß im allgemeinen zu viel abgeschlammmt wird. Hier zeigen die laufenden Kesselwasseranalysen durch den Abdampfdruckstand- (AR-) Wert, der 8000 bis 10000 mg/l erreichen soll, ob richtig gehandelt wird oder ob das Abschlammen verstärkt oder vermindert werden muß.

Schließlich gehört zur richtigen Handhabung der Innenaufbereitung noch ein besonderes Auswaschverfahren. Das bisher übliche hatte den Mangel, daß nach dem Öffnen der Waschlukn und Abfließen des Wassers der Kesselschlamm auf den heißen Kesselflächen festtrocknete und mit dem Wasserstrahl nicht mehr fortzuspülen war. Jetzt ist man bei der Deutschen Bundesbahn zu dem Auswaschen nach dem Abkühlverfahren übergegangen. Dabei werden die Lokomotiven zunächst abgedampft, dann wird der Druckschlauch der Auswaspumpe am Feuerlöschstutzen angeschlossen, die Heizleitung geöffnet und das Ende der Heizleitung mit dem Auswaschbehälter verbunden, aus dem die Pumpe ansaugt. So wird der Kessel voll aufgefüllt und weiter anderthalb bis zwei Stunden lang Wasser durch ihn hindurchgespült, bis die Wassertemperatur auf 30 bis 40° gesunken ist. Dann werden die Waschlukn geöffnet, das Kesselwasser abgelassen und nun mit 35 bis 40° warmem Wasser ausgewaschen. Dieses Verfahren erfreut sich beim Auswaschpersonal großer Beliebtheit wegen seiner gefahrlosen Handhabung und der

Erleichterung der Auswascharbeit. Es gibt Bahnbetriebswerke, die glauben, allein durch das Auswaschen nach dem Abkühlverfahren ihre Lokomotivkessel steinfrei halten zu können. Diese Meinung ist aber zu optimistisch, wie noch gezeigt wird.

Es ist also ein großer Personenkreis an der Innenaufbereitung des Speisewassers beteiligt. Von seiner Anleitung und Überwachung sowie von seiner gewissenhaften Arbeit hängt der Erfolg des ganzen Verfahrens wesentlich ab.

#### D. Die Erfolge der Innenaufbereitung

Das primäre Ziel der Speiswasser-Innenaufbereitung ist die Beseitigung vorhandenen alten Kesselsteins sowie die Verhütung neuer Kesselsteinbildung. Man kann beim Auswaschen den Zustand des Kesselinneren sehr gut nach dem beurteilen, was aus den Waschlukn über dem Boderring herauskommt. Der herausgespülte Bodensatz einer Lokomotive ohne Innenaufbereitung (Bild 4) zeigt zentimeterstarke Kesselsteinstücke; bei der Lokomotive eines Bahnbetriebswerks, das auf das Abkühlverfahren beim Auswaschen schwört (Bild 5), haben die Schalen noch eine Stärke von mehreren Millimetern. Auch eine moderne Außenaufbereitungsanlage vermag die Steinbildung im Lokomotivkessel nicht zu verhüten, wie die Kesselsteinschalen des Bildes 6 erkennen lassen; diese Lokomotive nimmt zwar einen Teil ihres Gesamtwasserbedarfes als gut aufbereitetes Wasser in ihrem Heimat-Bahnbetriebswerk,

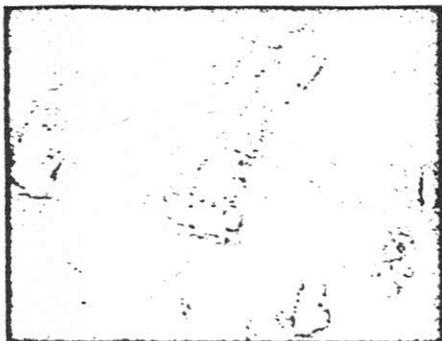
WASH OUTS - Hauptzeit

Translato

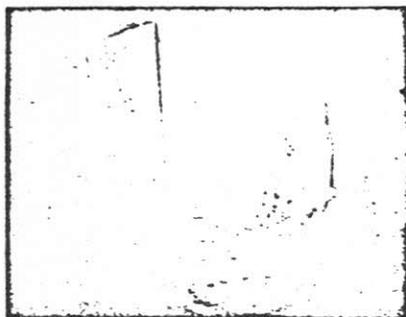
aber das nicht behandelte Wasser an den anderen Wasser-  
nahmestellen läßt es zu dieser Kesselsteinbildung kom-  
men. Bei Innenaufbereitung wird dagegen alles Wasser,  
das die Lokomotive nimmt, erfaßt und bei richtiger Hand-  
habung voll enthärtet; beim Auswaschen kommt dann aus  
den unteren Waschlukn nur Schlamm, wie ihn das Bild 2  
bereits zeigte.

Ein Blick durch eine Waschlukn in das Kesselinnere  
vermittelt den gleichen Eindruck: im Stehkessel der Loko-  
motive des Bildes 7 sieht man deutlich die starke Be-  
legung aller Decken- und Queranker mit Kesselstein, der  
sich ohne Innenaufbereitung trotz regelmäßigen Auswa-  
schens festgesetzt hat. Auch die Feuerbuchsdecken einer  
nur nach dem Abkühlverfahren ausgewaschenen sowie

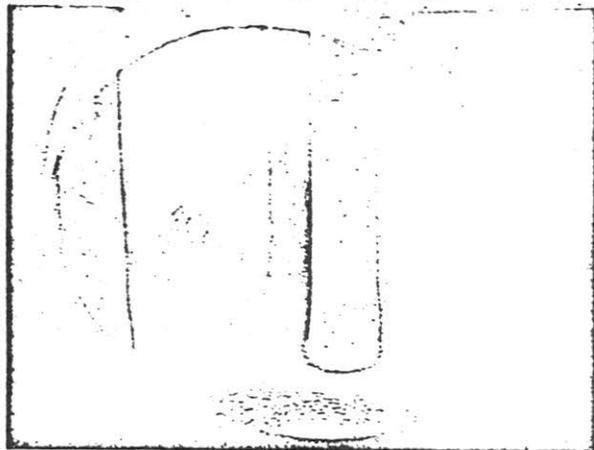
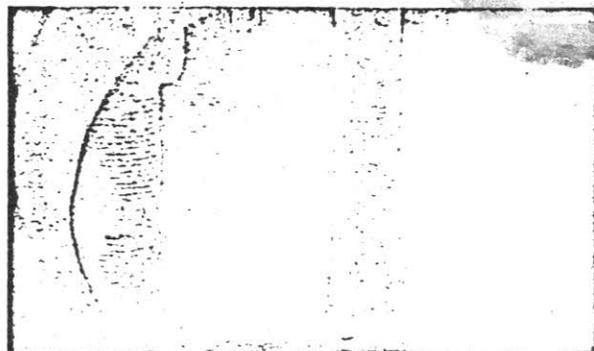
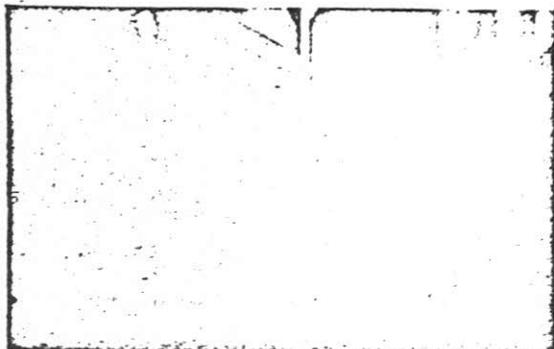
*Bild 8: Feuerbuchsdecke einer nach dem Abkühlverfahren aus-  
gewaschenen Lokomotive der Baureihe 41.*



*Bild 9: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 44, die  
zum Teil mit außenaufbereitetem Wasser gefahren wurde.*



*Bild 10: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 03,  
bei der Innenaufbereitung nach dem Nalco-Verfahren ange-  
wendet wurde.*



*Bild 11: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 94 mit  
Innenaufbereitung nach dem Nalco-Verfahren.*

einer zum Teil von guter Außenaufbereitungsanlage ver-  
sorgten Lokomotive zeigen beide starke Kesselsteinan-  
sätze, besonders an den unteren Gewindeenden der Dek-  
kenstehbolzen (Bilder 8 und 9).

Bei Innenaufbereitung sieht das Kesselinnere anders aus.  
Bilder 10 und 11 zeigen die Deckenstehbolzen und Feuer-  
buchsdecke von zwei Lokomotiven, Bild 12 die Decken-  
stehbolzen und Rohre einer dritten, die bei drei verschie-  
denen Bahnbetriebswerken beheimatet sind und nach dem  
Nalco-Verfahren behandelt werden. Alle drei Kessel sind  
steinfrei; auf dem Bild 11 sieht man deutlich die Korro-  
sionsfurchen in der Feuerbuchsdecke um die Deckensteh-  
bolzen herum, die sich vor der Innenaufbereitung unter  
den starken Steinansätzen am Fuß der Deckenstehbolzen  
ausgebildet hatten. Bilder 13 und 14 geben ähnliche Blicke  
auf die Deckenstehbolzen und die Feuerbuchsdecke von  
zwei anderen Lokomotiven, die in verschiedenen Bahn-  
betriebswerken nach dem Diskro-Verfahren behandelt  
werden und ebenfalls steinfreie Kessel aufweisen.

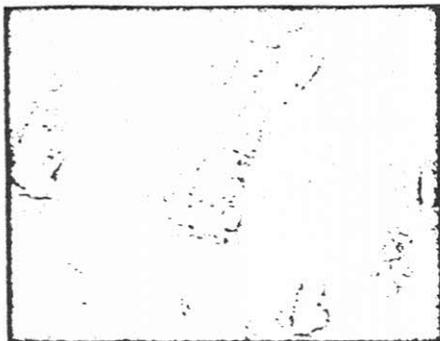
Diese steinfreien Kessel-Innenflächen sowie die orga-  
nischen Substanzen in den Spezialpulvern, die den freien  
Sauerstoff des Wassers binden, vermindern die Korro-  
sionsschäden an den Kesselbauteilen. Korrosionen, wie sie  
von früher her auf dem Bild 11 sichtbar sind, kommen  
bei Anwendung der Speisewasser-Innenaufbereitung  
nicht mehr vor. Gerade hierdurch wird eine erhebliche  
Einsparung an Kesselarbeiten in Bahnbetriebs- und Aus-  
besserungswerken erzielt.

Sobald die Kessel steinfrei geworden sind, was meist  
nach sechsmonatigem Betrieb mit Innenaufbereitung

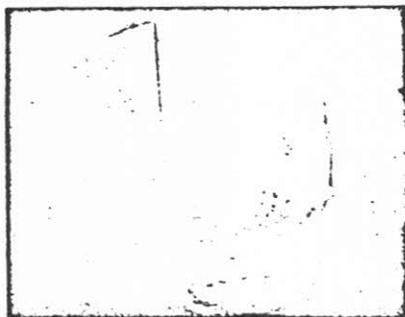
aber das nicht behandelte Wasser an den anderen Wassernahmestellen läßt es zu dieser Kesselsteinbildung kommen. Bei Innenaufbereitung wird dagegen alles Wasser, das die Lokomotive nimmt, erfaßt und bei richtiger Handhabung voll enthärtet; beim Auswaschen kommt dann aus den unteren Waschlukn nur Schlamm, wie ihn das Bild 2 bereits zeigte.

Ein Blick durch eine Waschlukn in das Kesselinnere vermittelt den gleichen Eindruck: im Stehkessel der Lokomotive des Bildes 7 sieht man deutlich die starke Belegung aller Decken- und Queranker mit Kesselstein, der sich ohne Innenaufbereitung trotz regelmäßigen Auswaschens festgesetzt hat. Auch die Feuerbuchsdecken einer nur nach dem Abkühlverfahren ausgewaschenen sowie

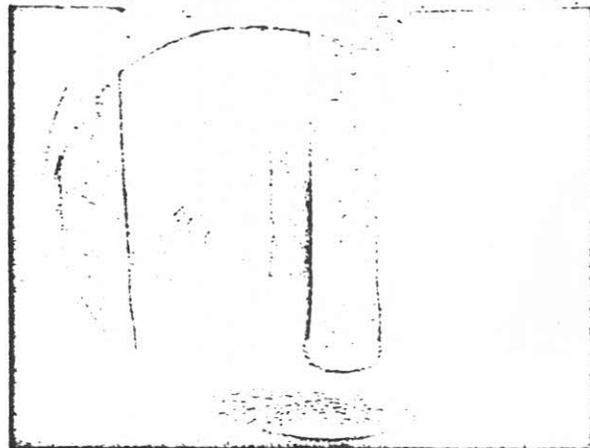
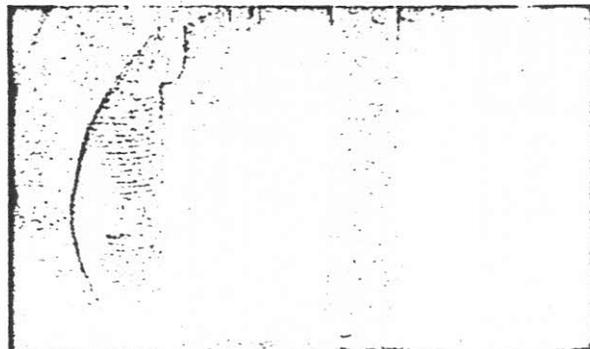
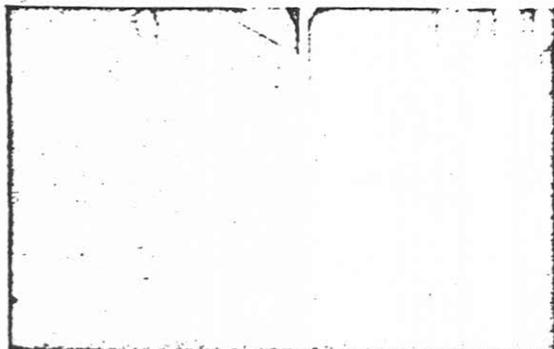
*Bild 8: Feuerbuchsdecke einer nach dem Abkühlverfahren ausgewaschenen Lokomotive der Baureihe 41.*



*Bild 9: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 44, die zum Teil mit außenaufbereitetem Wasser gefahren wurde.*



*Bild 10: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 03, bei der Innenaufbereitung nach dem Nalco-Verfahren angewendet wurde.*



*Bild 11: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 94 mit Innenaufbereitung nach dem Nalco-Verfahren.*

einer zum Teil von guter Außenaufbereitungsanlage versorgten Lokomotive zeigen beide starke Kesselsteinansätze, besonders an den unteren Gewindeenden der Deckenstehbolzen (Bilder 8 und 9).

Bei Innenaufbereitung sieht das Kesselinnere anders aus. Bilder 10 und 11 zeigen die Deckenstehbolzen und Feuerbuchsdecke von zwei Lokomotiven, Bild 12 die Deckenstehbolzen und Rohre einer dritten, die bei drei verschiedenen Bahnbetriebswerken beheimatet sind und nach dem Nalco-Verfahren behandelt werden. Alle drei Kessel sind steinfrei; auf dem Bild 11 sieht man deutlich die Korrosionsfurchen in der Feuerbuchsdecke um die Deckenstehbolzen herum, die sich vor der Innenaufbereitung unter den starken Steinansätzen am Fuß der Deckenstehbolzen ausgebildet hatten. Bilder 13 und 14 geben ähnliche Blicke auf die Deckenstehbolzen und die Feuerbuchsdecke von zwei anderen Lokomotiven, die in verschiedenen Bahnbetriebswerken nach dem Diskro-Verfahren behandelt werden und ebenfalls steinfreie Kessel aufweisen.

Diese steinfreien Kessel-Innenflächen sowie die organischen Substanzen in den Spezialpulvern, die den freien Sauerstoff des Wassers binden, vermindern die Korrosionsschäden an den Kesselbauteilen. Korrosionen, wie sie von früher her auf dem Bild 11 sichtbar sind, kommen bei Anwendung der Speisewasser-Innenaufbereitung nicht mehr vor. Gerade hierdurch wird eine erhebliche Einsparung an Kesselarbeiten in Bahnbetriebs- und Ausbesserungswerken erzielt.

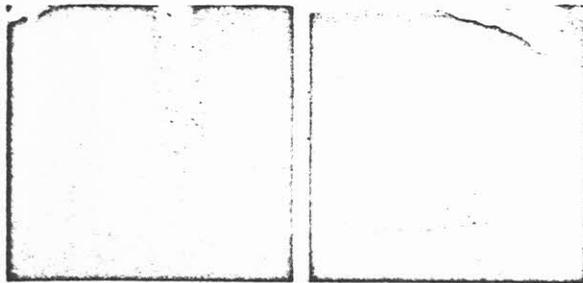
Sobald die Kessel steinfrei geworden sind, was meist nach sechsmonatigem Betrieb mit Innenaufbereitung

erreicht ist, können die Auswaschfristen verlängert werden. Sie haben sich im allgemeinen verdoppeln lassen und betragen heute 25 bis 35 Tage; selbst 45 Tage sind in mehreren Bahnbetriebswerken in Anwendung. Dadurch konnten eine Menge Auswascharbeit eingespart und die Auswaschkolonnen verkleinert werden. Weitere Erhebungen haben gezeigt, daß etwa 70% der eingesparten Auswaschtage als Betriebstage der Lokomotiven nutzbar werden. Dadurch können die Betriebsleistungen von einer kleineren Anzahl von Lokomotiven ausgeführt werden als ohne Innenaufbereitung. Es lassen sich nur schwer alle Vorteile angeben und bewerten, die durch die Innenaufbereitung allein verursacht sind, da konstruktive Maßnahmen wie der Übergang zur Kesselschweißung und wirtschaftlichere Arbeitsverfahren sich ebenfalls in den letzten Jahren auswirken. Die Erhebungen sind in dieser Richtung noch nicht abgeschlossen. Deswegen sollen hier keine Zahlen über Ersparnisse der Innenaufbereitung genannt werden. Erwiesen ist aber, daß die Innenaufbereitung sich aus solchen Einsparungen nicht nur trägt, sondern für die Deutsche Bundesbahn noch einen beachtlichen Gewinn abwirft.

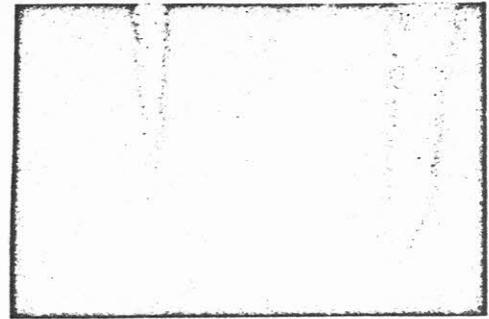
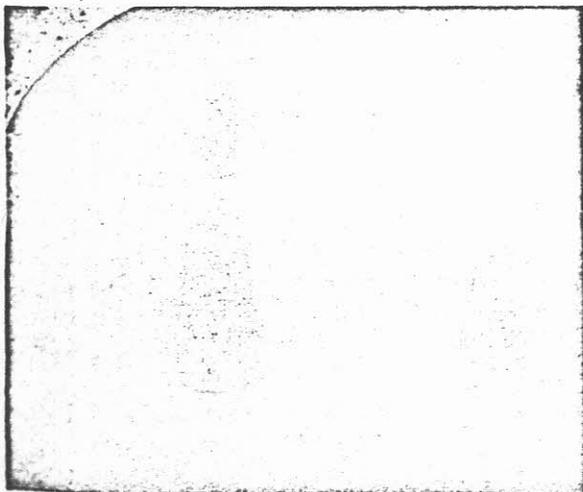
**E. Bemerkenswerte Vorkommnisse**

Bei Einführung der Speisewasser-Innenaufbereitung sind verständlicherweise einige Schwierigkeiten aufge-

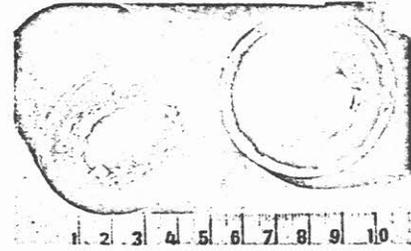
*Bild 12: Deckenstehbolzen und Rohre einer Lokomotive der Baureihe 41 mit Nalco-Innenaufbereitung.*



*Bild 13: Deckenstehbolzen einer Lokomotive der Baureihe 94 mit Innenaufbereitung nach dem Diskro-Verfahren.*



*Bild 14: Feuerbuchsdecke einer Lokomotive der Baureihe 44 mit Diskro-Innenaufbereitung.*



*Bild 15: Versetzungen in der Speiseleitung einer Lokomotive der Baureihe 01.*

kommen; durch ihre Erörterung wird dargelegt werden, inwieweit sie wirklich der Speisewasser-Innenaufbereitung anzulasten sind.

Die Reaktionen, die zwischen den Härtebildnern und den Chemikalien im Lokomotivkessel bei Temperaturen von 200° sehr schnell vor sich gehen und dort zur Vollenthärtung des Wassers führen, vollziehen sich auch bei niedrigen Temperaturen, allerdings nur langsam. Das hat zur Folge, daß selbst der Wasserkasten des Tenders von Zeit zu Zeit durch Ausspritzen gereinigt werden muß. Die Temperaturerhöhung des Speisewassers im Oberflächenvorwärmer oder in der Dampfstrahlpumpe beschleunigt diese Ausfällungen; dadurch gab es an einigen Plätzen erhebliche Versetzungen in den Strahlpumpen, in der Speiseleitung bis zum Kesselspeiseventil (Bild 15) sowie in diesem selbst. Glücklicherweise ist hier die Eigenart des Wassers sehr ausschlaggebend; diese Schwierigkeiten nahmen daher nur an wenigen Plätzen ein betriebsstörendes Ausmaß an.

Durch den Übergang von der Soda zum Natriumbikarbonat, den eine Spezialfirma empfahl, haben sich die genannten Versetzungen schlagartig beseitigen lassen. Um diese Erleichterungen allgemein nutzbar zu machen, wird heute fast allgemein an Stelle reiner Soda ein Soda-Natriumbikarbonat-Gemisch 60:40 in Verbindung mit den Spezialpulvern verwendet. Die Ablagerungen lassen sich auch durch einen hohen Gehalt des Spezialpulvers an Phosphaten vermeiden; diesen Weg hat eine andere Spezialfirma beschritten, deren Pulver mit einem garantierten Mindestgehalt von 11% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sich an schwierigen Stellen bestens bewährt. Mit beiden Maßnahmen lassen sich die Ablagerungen in der Strahlpumpe und in wasserführenden Leitungen auf ein nicht mehr störendes Maß vermindern.

Kesselinneren dicht sind, der Wasserstand sich in normalen Grenzen hält und die Innenaufbereitung vom Personal nach Vorschrift gehandhabt wird. Dies ist durch vielfache Messungen über die Reinheit des Dampfes bestätigt. Die Speisewasser-Innenaufbereitung, die in solchen Fällen verdächtigt wurde, Schäden an Lichtmaschinen, Pumpensteuerungen und den Schieberingen verschuldet zu haben, ist nicht die eigentliche Ursache, sondern läßt nur andere Schäden, insbesondere Undichtheiten, fühlbar werden, die sonst nicht hervorgetreten sind. Die Behebung solcher Schäden ist dem Werkstättendienst ohne weiteres möglich.

Insgesamt sind also Schäden an Lokomotiv-Einzelteilen, die durch die Speisewasser-Innenaufbereitung verursacht sein sollen, in Wahrheit weitaus geringer, als

zunächst vermutet wurde. Sie ließen sich durch Phosphat- und Bikarbonat-Verwendung und richtige Handhabung der Chemikalienbeigabe zum Kesselwasser, durch richtige Kesselbedienung (Halten mittleren Wasserstandes, Vermeiden von Abblasen der Kesselsicherheitsventile) oder durch werkstattseitige Maßnahmen (Verschließen unzweckmäßiger Entwässerungsbohrungen) jedenfalls so weit vermindern, daß sie gegenüber den genannten Vorteilen der Innenaufbereitung kaum nennenswert sind. Da die eingesparten Auswaschtage zum großen Teil für Betriebsleistungen der Lokomotiven nutzbar werden und da die Einstellung von Arbeitskräften für das Auswaschen immer schwieriger wird, kommt der Speisewasser-Innenaufbereitung bei der Deutschen Bundesbahn solche Bedeutung zu, daß sie sich wohl noch auf den gesamten Bestand der Dampflokomotiven ausdehnen wird.

## Neuzeitliche Anlagen für den Stückgutverkehr

— gezeigt an den Umladeanlagen Heilbronn und Ulm —

Von Dipl.-Ing. Karl SCHWARZ, Stuttgart

DK 625.272.656.226

Im Jahrbuch des Eisenbahnwesens 1953 hat Dipl.-Ing. Schwarz die Grundlagen für die bauliche Ausgestaltung neuzeitlicher, den Fortschritt der Lade- und Fördertechnik nutzender Güterverkehrsanlagen dargelegt. Die inzwischen fertiggestellten Umladeanlagen in Heilbronn und Ulm geben dafür Beispiele der praktischen Ausführung.

In the 1953 Railway Annual, Dipl.-Ing. Schwarz explained what fundamental considerations are necessary in designing modern freight traffic installations in which the latest freight handling equipment is used. The recently completed transshipping depots at Ulm and Heilbronn are examples for the practical application of his recommendations.

Dans le « Jahrbuch des Eisenbahnwesens 1953 », l'auteur a exposé les principes à appliquer pour une construction rationnelle des bâtiments destinés à abriter le service des expéditions de détail, permettant d'utiliser au mieux les progrès techniques réalisés dans la manutention des colis. Les chantiers de transbordement des gares de Heilbronn et de Ulm, maintenant terminés, constituent des exemples pratiques de réalisation de ces principes.

En el Anuario de ferrocarriles de 1953 expuso el ingeniero diplomado Schwarz las bases para el perfeccionamiento constructivo moderno de las instalaciones del tráfico de mercancías en que se aprovechan los últimos progresos de los sistemas de carga y transporte. Las instalaciones de transbordo de Heilbronn y Ulm, terminadas entretanto, ofrecen unos remarcables ejemplos de su ejecución en la práctica.

### I. Organisation des Stückgutverkehrs

Die Deutsche Bundesbahn verfügt über eine einheitliche Stückgutladeorganisation. Zur Beschleunigung und wirtschaftlichen Beförderung werden die Stückgüter eines bestimmten Sammelgebiets einer als Versandsammelstelle wirkenden Umladestelle zugeführt. Ebenso dienen für ein bestimmtes Empfangsgebiet Umladestellen als Empfangsverteilungsstellen, von denen aus die Stückgüter möglichst unmittelbar den Bestimmungsbahnhöfen zugeführt werden. Die Aufgaben der einzelnen Umladestellen werden im Rahmen dieser Organisation nach überbezirklichen Gesichtspunkten bestimmt. Es ist daher bei der Planung für den Neu- und Umbau von Stückgut-Umladestellen der Verkehrs- und Betriebsdienst frühzeitig zu beteiligen.

Entscheidend für die Gestaltung einer Umladestelle ist die fortschreitende Mechanisierung des Ladedienstes durch den Einsatz kraftbetriebener Lademittel oder sonstiger Fördereinrichtungen sowie von Paletten. Die vorgesehene weitgehende Umstellung vom Handbetrieb mit Stechkarren auf den mechanisierten Ladebetrieb hat Änderungen im Ladebetrieb selbst und in der Abwicklung der Arbeitsvorgänge für die Gutbewegung zur Folge. Hieraus werden sich für den Bau von Umladeanlagen sowohl hinsichtlich

des Platzbedarfs (z. B. wegen anderer Bühnenbreiten) als auch bezüglich der Anordnung von einzelnen Anlagenteilen zueinander neue Grundsätze ergeben, wenn die zur Zeit noch nicht abgeschlossene Entwicklung der Mechanisierung des Ladedienstes endgültig zu überblicken ist.

### II. Allgemeine Anordnung und Ausbildung von Umladeanlagen

#### Lage der Umladestellen

Eine Umladestelle soll aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und guter Verkehrsbedienung nach Möglichkeit mit einer großen Ortsgüterabfertigung vereinigt werden, wobei ein nahe liegender Zugbildungsbahnhof von Vorteil ist. Darüber hinaus ist auf einwandfreien Anschluß an das Nah- und Fernstraßennetz besonderer Wert zu legen, damit der sich immer stärker entwickelnde Schienenersatz- und Haus-Haus-Verkehr einwandfrei durchgeführt werden kann.

#### Hauptteile der Anlagen

Die wichtigsten Teile einer Umladeanlage sind:

- a) Überdachte Ladebühne zum Umladen, Fördern und Zwischenlagern des Gutes sowie zum Abstellen eines