

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Höfener, Horst

Flußverlegungen über Kippengelände

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106090>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Höfener, Horst (1969): Flußverlegungen über Kippengelände. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 22. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 23-52.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Flußverlegungen über Kippengelände

Ing. Horst Höfener



I n h a l t

1. Flußverlegung über einen Kippendamm
2. Flußverlegung über eine Innenkippe
3. Flußverlegung als Folge eines Böschungssturzes
4. Zusammenfassung

Es sollen in diesem Beitrag einige Beispiele besprochen werden, bei denen Flußläufe über Tagebaukippen verlegt wurden. Die besonderen Schwierigkeiten bestanden darin, daß es sich zum Teil um frisch verstürztes Kippenmaterial handelte.

1. Flußverlegung über einen Kippendamm

Durch die Erweiterung eines Tagebaues mußte eine Flußverlegung vorgenommen werden. Da hierfür als Baugelände nur der bereits ausgekohlte Teil der Grube zur Verfügung stand, wurde zu diesem Zweck ein ≈ 100 m hoher Damm mitten durch den Tagebau geschüttet (Bild 1). Infolge von Verzögerungen beim Ablauf der Verkippungsarbeiten war die Zeitspanne zwischen der Fertigstellung der Dammkippe und dem Beginn der Arbeiten für das geplante Flußbauvorhaben sehr gering. Deshalb mußte damit gerechnet werden, daß nach Inbetriebnahme des neuen Flußbettes noch erhebliche Setzungen eintreten würden, weil erst ein geringer Teil der Konsolidierung des Kippenmaterials erfolgt sein konnte. Eine Möglichkeit, die zu erwartenden Setzungen aus der fast vollendeten Dammkippe durch eine der üblichen Verdichtungsmaßnahmen vorwegzunehmen, bestand nicht. Nach unseren Überlegungen, die zum Teil auf den Erkenntnissen aus einer Forschungsarbeit über Setzungserscheinungen an Tagebaukippen aufbauen und aus umfangreichen Berechnungen war damit zu rechnen, daß nach Beendigung der Bauarbeiten am neuen Flußbett noch Gesamtsetzungen des Dammes von 40 bis 50 cm auftreten würden.

Aus Sicherheitsgründen für den Tagebau sowie zur Aufrechterhaltung der Kohleproduktion mußte aber die volle Wirksamkeit der in das Flußprofil einzubauenden Dichtungsschicht garantiert werden, d.h. die auftretenden Setzungen müßten sowohl von der Dichtungsschicht als auch von der darüberliegenden Abdeckschicht ohne Beeinträchtigung ihrer Wirksamkeit mitgemacht werden können (Bild 2). Zur Vermeidung von ungleichmäßigen Setzungen des

Erdreiches unmittelbar unter der Dichtungsschicht war dieser Bereich intensiv zu verdichten, damit vor allen Dingen eventuell vorhandene Hohlräume reduziert wurden, die sich leicht bei der Schüttung von Erdmaterial mit einem Anteil an größeren Brocken aus schluffigem und bindigem Material bilden. Diese Forderung mußte um so mehr erhoben werden, als es sich bei dem Dammschüttmaterial nicht um eine homogene Masse handelt, sondern um ein Gemisch aus Erdreich von verschiedener Zusammensetzung, Korngröße und Konsistenz (Bild 3). Aus diesem Grunde war damit zu rechnen, daß ohne besondere Maßnahmen die Setzungen örtlich unterschiedlich groß sein würden und daß auch einzelne größere Setzungsmulden auftreten könnten. Dies ist der Fall, wenn im Laufe der Zeit Wasser in den Untergrund eindringt, sei es in der Form von Tagwasser, Sickerwasser aus dem Flußbett oder durch Anstieg des Grundwassers nach Stilllegung des Tagebaues.

Unter Berücksichtigung der vorstehend erwähnten Untergrundverhältnisse sind für den Bau des Flußbettes folgende Verdichtungsmaßnahmen vorgesehen und durchgeführt worden, um einen Teil der ungleichmäßigen Setzungen vorwegzunehmen. Nach dem Aushub des Rohprofils wurde in das Flußbett, das noch ohne Abdichtungsschicht war, vorübergehend Wasser eingeleitet. Da zu diesem Zeitpunkt der geringste Abstand der Tagebaukante vom Flußbett etwa 30 m betrug und sich unterhalb der Böschung die Kohleausfahrt des Tagebaues befand, waren Vorkehrungen getroffen worden, um notfalls die Wasserzufuhr sofort unterbrechen zu können. Die zu flutende Gesamtstrecke wurde durch quer zur Flußbettachse geschlagene Holzspundwände in einzelne Abschnitte von etwa 30 m Länge unterteilt (Bild 4). Bei Beginn der Flutung wurde aus Sicherheitsgründen jeweils nur ein Abschnitt geflutet, später, nachdem erste Erfahrungen vorlagen, zwei Abschnitte. Es wurde versucht, einen möglichst hohen Wasserstand in den einzelnen Haltungen zu erreichen, um den Wirkungsgrad dieser Maßnahme zu vergrößern und einen hohen Setzungseffekt zu gewährleisten.

Die Setzungen treten deshalb ein, weil durch das versickernde Wasser

- eine Gewichtszunahme im Untergrund bewirkt wird,
- die Kapillarspannungen im Erdreich aufgehoben werden,
- infolge der Durchströmung eine Kornumlagerung auftritt und
- die vorhandenen bindigen Brocken zum größten Teil zerfallen oder aufgeweicht werden.

Es sind mindestens 60 m^3 Wasser/lfdm Flußstrecke geflutet worden. Diese Wassermenge reichte aus, um die zuletzt geschüttete Schicht der Dammkippe, die bis 5,0 m unter die Flußsohle reicht, in der Breite des Profils mit Wasser zu sättigen. Die Porenzahl und das Porenvolumen des Dammkippenmaterials vor der Verdichtung wurden zu $e = 0,75$ und $n = 0,43$ ermittelt.

Die Wasserdurchlässigkeit des Dammkippenuntergrundes betrug $k = x \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Für die Flutung einer Haltung wurden im Durchschnitt bei einer Wasserzuführung von 1,5 bis $3,0 \text{ m}^3/\text{min}$ 18 bis 26 h benötigt. Der Maximalstau im Profil erreichte eine Höhe von 1,7 m. Da, wie schon erwähnt, der geringste Abstand des Flußbettes von der Tagebaukante stellenweise nur 30 m betrug und unterhalb dieser Böschung sich die Kohleausfahrt des Tagebaues befand, wurde diese Böschung ständig auf Durchfeuchtung oder Wasseraustritt beobachtet.

Während des gesamten Flutungsvorganges konnten an der Tageauböschung keine derartigen Erscheinungen festgestellt werden.

Die während der Flutung aufgetretenen Setzungsrisse (Bild 5) hatten Breiten zwischen 2 und 3 cm und unterschiedliche Längen bis max. 25 m. Die ersten Setzungserscheinungen zeigten sich z.B. in Form von Rissen längs der jeweiligen Wasserspiegellinie bereits bei einem Wasserstand von 20 cm.

Das Auftreten der erwähnten Setzungen beweist eindeutig die Wirksamkeit dieser Methode. Die durch das Fluten eingetretenen Setzungen wurden auf 20 bis 30 cm geschätzt. Genaue Setzungsmessungen sind leider nicht durchgeführt worden.

Nach dem Versickern des Wassers und der Abtrocknung der Sohle sowie der Böschungen wurde das Rohprofil noch zusätzlich mit einer statischen Walze verdichtet.

Mit diesen Maßnahmen ist der größte Teil der zu erwartenden ungleichmäßigen Setzungen vorweggenommen worden. Die nachträglich noch auftretenden senkrechten Bewegungen des Dammes von etwa 40 bis 50 cm sind bei der Gestaltung des neuen Flußbettes zu berücksichtigen. Es müssen also sowohl die Dichtungsschicht als auch die darüberliegende Deckschicht so konstruiert werden, daß sie den Bewegungen des Untergrundes ohne Schaden folgen können. Da in der näheren Umgebung kein natürliches Dichtungsmaterial zur Verfügung stand, sollte für die Abdichtung des neuen Flußbettes Tonbeton Verwendung finden. Zur damaligen Zeit war es sehr schwierig, die hierfür notwendigen Rohstoffe wie Tonmehl ~~zu beschaffen~~ zu beschaffen. Aus diesem Grunde wurde auf den Einbau von Tonbeton verzichtet. Es mußte deshalb ein Dichtungsmaterial gefunden werden, das lange flexibel bleibt und dem Tonbeton ähnlich ist.

Nach intensiven Laborversuchen wurde ein Dichtungsmaterial entwickelt, das sich aus dem in der Nähe der Baustelle anstehenden LÖB als Grundmaterial und aus Filterasche als Füller zusammensetzt. Das Mischungsverhältnis Filterasche zu LÖB betrug 1 : 20. Zur Charakterisierung der Brauchbarkeit des Dichtungsmaterials soll hier angeführt werden, daß die Wasserdurchlässigkeit mit $k = x \cdot 10^{-9}$ m/s sehr gering ist. Der Reibungsbeiwert liegt bei $\mu = 0,60$. Das Material bleibt im erdfeuchten Zustand plastisch. Trocknet es vollkommen aus, so wird es fest, erlangt aber nach Wiederanfeuchtung seine ursprüngliche Konsistenz. Dieses Dichtungsmaterial wurde in 2 Lagen in das Flußbett eingebaut und hatte nach seiner Verdichtung mit einer statischen Walze eine Dicke von mindestens 20 cm.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich die für dieses Bauvorhaben durchgeführten Verdichtungsmaßnahmen zur Vermeidung von schädlichen Setzungen für das Dichtungselement gut bewährt haben. Die Dichtungsschicht hat alle nachträglichen Bewegungen des Untergrundes, ohne Schaden zu nehmen, überstanden und ihre Funktion voll erfüllt. Bei den als Schutz gegen das fließende Wasser eingebauten Betonplatten zeigten sich kleinere Schäden, die leicht behoben werden konnten (Bild 6). Jedoch soll darauf hingewiesen werden, daß es sich in einem

solchen Fall empfiehlt, eine flexible Abdeckschicht vorzusehen, selbst wenn die vorstehend beschriebenen Verdichtungsmaßnahmen durchgeführt wurden. Ganz besonders unzweckmäßig ist die Verwendung von starren Abdeckplatten jedoch, wenn keinerlei Verdichtungsmaßnahmen vorgenommen worden sind. Dies zeigte sich an einer anderen Strecke des Flußlaufes, der hier eine vor über 25 Jahren geschüttete Kippe überquerte, von der man annahm, daß ihre Setzungen abgeklungen waren. Allerdings lag der Grundwasserstand in dieser Kippe infolge der unmittelbaren Nähe des Tagebaues sehr tief. Die Schäden, die hier auftraten, sind aus den Bildern 7, 8 und 9 zu ersehen.

2. Flußverlegung über eine Innenkippe

Eine weitere Flußverlegung erfolgte über die Innenkippe eines Tagebaues, deren Mächtigkeit ca. 60 m betrug. Die Bauarbeiten zur Herstellung des Flußbettes begannen unmittelbar nach dem Verkippen der Schüttmassen für die letzte Schicht der Kippe, die eine Höhe von 20 m aufwies. Das Schüttmaterial bestand aus einem Gemisch aus rolligem Erdreich mit einem unterschiedlich hohen Anteil an bindigen Bestandteilen. Da die oberflächennahen Schichten der Kippe eine sehr lockere Lagerung aufwiesen - das ermittelte Porenvolumen betrug im Durchschnitt $n = 0,46$ - war mit großen Setzungen zu rechnen. Hinzu kommen noch die Setzungsbeiträge aus der Durchfeuchtung der Kippe mit Tagwasser bzw. durch Sickerwasser aus dem Flußprofil und bei Anstieg des Grundwasserspiegels, die bei der großen Mächtigkeit dieser Kippe recht erheblich sein können.

Die Gesamtlänge der im Kippenbereich befindlichen Flußstrecke beträgt ca. 1600 m. Davon liegen ca. 1000 m im Einschnitt und ca. 600 m im Auftrag. Auch hier bestand die Aufgabe darin, durch ein geeignetes Verdichtungsverfahren die zu erwartenden ungleichmäßigen Setzungen aus dem Bereich unmittelbar unter der Dichtungsschicht vor Beginn der Bauarbeiten soweit vorwegzunehmen,

daß nur noch geringe und für den Bestand der Dichtungsschicht unschädliche Bewegungen aus den tieferen Lagen auftreten konnten.

Im Laboratorium wurden mit dem Kippenmaterial verschiedene Varianten zur Verdichtung des Untergrundes untersucht. Als zweckmäßigste Art zur Verdichtung der sehr locker gelagerten oberen Schicht der Tagebaukippe, in die der Fluß verlegt werden mußte, wurde folgende Methode empfohlen:

Im Einschnittsbereich ist das ausgehobene Flußprofil, welches noch ohne Abdichtung ist, und im Auftragsbereich ist die gesamte Fläche zwischen den äußeren Füßen der später zu schüttenden Dämme abschnittsweise zu fluten. Nach genügend langer Abtrocknungszeit sind die gefluteten Flächen mit entsprechenden Verdichtungsgeräten nachzuverdichten. Der Übergang zwischen der Kippe und dem gewachsenen Erdreich mußte besonders sorgfältig verdichtet werden. Hier ist im Kippengelände ein 1 : 3 geneigter Erdkeil auszuheben, der an der Tagebaukante eine Tiefe von $\approx 5,0$ m aufweist (Bild 10). Die entstandene Grube ist ebenfalls zu fluten und nach dem Versickern des Wassers wieder lagenweise zu verfüllen und gut zu verdichten.

Die Flutung des Rohprofils im Einschnittsbereich erfolgte in der Form, daß in Abständen von 50 m Querdämme angeordnet und die Haltungen mit Wasser gefüllt wurden (Bild 11). Die eingepumpte Wassermenge betrug $80 \text{ m}^3/\text{lfdm}$ Flußstrecke und der Wasserstand im Profil max. 3,50 m. Nach dem Versickern des Wassers konnten im Bereich der Sohle und der Böschungen Setzungsrisse nachgewiesen werden. In einigen Haltungen waren in der Höhe der gut erkennbaren ehemaligen Wasserlinie senkrechte Abbrüche erfolgt (Bild 12). Die Sohle und die Böschungen wurden mit einer statischen Walze nachverdichtet, nachdem sie ausreichend abgetrocknet waren. Für die Flutung des Planums im späteren Dammbereich (Auftragsstrecke) mußten durch das Aufschieben von ca. 1,0 m hohen Wällen Flutbecken geschaffen werden (Bild 13). Diese Becken hatten eine Breite von 50 m und eine Länge von 30 m, umfaßten also die Grundflächen des Flußprofils einschließlich der seitlichen, noch zu schüttenden Dämme. Die eingepumpte Wasser-

menge betrug $60 \text{ m}^3/\text{lfdm}$ Flußstrecke und die Wasserhöhe in der Regel 40 bis 60 cm. Nach dem Versickern des Wassers zeigten sich Setzungsrisse von unterschiedlicher Länge und Breite. Der größte hatte eine Breite von 10 bis 15 cm und eine Länge von $\approx 100 \text{ m}$ und erstreckte sich über mehrere Flutungsfelder (Bild 14) und (Bild 15). In die Becken, in denen die größten Setzungen aufgetreten waren, wurde zusätzlich noch eine Wassermenge von $30 \text{ m}^3/\text{lfdm}$ eingepumpt. Nach dem Versickern des Wassers konnte festgestellt werden, daß die geringe Zunahme der Setzungen eine Weiterführung der Flutung nicht erforderlich machte. Nach Beendigung der Flutung und entsprechender Abtrocknung des Planums wurden die Dammgrundflächen mit einer Vibrationswalze nachverdichtet. Auf dieses verdichtete Planum wurden anschließend die Dämme für den Flußlauf geschüttet und lagenweise verdichtet.

Die Flutung des Übergangskeils an der Tagebaukante gelang ohne Schwierigkeiten. Hier wurden etwa $13\ 000 \text{ m}^3$ Wasser in die ausgehobene Grube eingepumpt. Es wurden ausgeprägte Setzungen festgestellt. Nach dem Versickern des Wassers ist das ausgehobene Material in Lagen von 30 cm Dicke wieder eingebaut und mit einer Vibrationswalze verdichtet worden. Insgesamt sind etwa $130\ 000 \text{ m}^3$ Wasser in den Kippenuntergrund eingeleitet worden. Theoretisch wurde mit dieser Wassermenge ein Bereich von ca. 5 m Tiefe unterhalb des Profils gesättigt.

Es soll noch erwähnt werden, daß als Abdichtungselement eine Hydrationschicht von 20 cm Dicke eingebaut wurde, die bisher alle Bewegungen der Kippe, ohne ihre Funktionstüchtigkeit einzubüßen, mitgemacht hat. Lediglich die starre Abdeckschicht aus Betonwabensteinen wies nach dem ersten Hochwasser Schäden auf und mußte überholt werden.

3. Flußverlegung als Folge eines Böschungsrutsches

Als Folge eines Böschungsrutsches in einem Tagebau mußte ein Fluß kurzfristig über ein Kippengelände verlegt werden. Die Aufgabenstellung sah vor, daß das neue Flußbett so abgedichtet werden sollte, daß die Gefährdung einer in der Nähe liegenden Ortschaft sowie zweier Tagebaue vermieden wurde. Der Projektant hatte eine Dichtungsschicht von 30 cm Dicke für das neue Flußbett vorgesehen. Beim Ausheben des Rohprofils zeigte sich, daß der Grundwasserstand im aufgeschütteten Gelände der Kippe schon bis auf 3 m unter Geländeoberkante angestiegen war. Erhebliche Setzungen aus dem Kippenmassiv unterhalb dieser Tiefe konnten also nicht mehr auftreten. Für die Herstellung des Flußbettes war aber eine Gesamttiefe von $\approx 5,0$ m unter Oberkante Gelände erforderlich. Eine Grundwasserabsenkung bis zur endgültigen Sohle des Profils hätte Monate gedauert und konnte auf Grund der in Kürze zu erwartenden Hochwässer und der damit verbundenen Gefahren nicht verantwortet werden.

Infolge dieser ungünstigen Grundwasserverhältnisse war im Bereich des Kippengeländes auf einer Strecke von 300 m ein sachgemäÙes Einbauen und Verdichten der vorgesehenen Lehmdichtung nicht möglich. Weil das Flußbett so schnell wie möglich fertiggestellt werden mußte, wurde deshalb beschlossen, für diese Strecke eine Abdichtung aus Tonmehl vorzusehen.

Durch Vorversuche im Laboratorium war für diese Baumaßnahme eine Tonmenge von 25 kg/m^2 als ausreichend ermittelt worden. Der Untergrund, auf den das Tonmehl aufgestreut werden sollte, bestand aus schluffigem Sand mit einem k-Wert von $x \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$. Das verwendete Tonmehl hatte folgende erdstoffphysikalischen Kennwerte: Der Korngrößenanteil $< 2 \mu$ lag zwischen 59 und 68 %. Die Breiwasserzahlen nach OHDE betragen $w_0 = 0,86$ und $w_1 = 0,58$.

Der Einbau des Tonmehls im Flußbett wurde wie nachfolgend beschrieben, vorgenommen. Durch eine offene Wasserhaltung war der Grundwasserspiegel so weit abgesenkt worden, daß die erforderlichen Einbauarbeiten durchgeführt werden konnten. Der Untergrund,

auf den das Tonmehl aufgestreut wurde, bestand, wie schon erwähnt, aus feinkörnigem Material (schluffiger Sand), so daß keine zusätzliche Filterschicht notwendig war.

Um eine gleichmäßige Dicke des eingebauten Materials zu gewährleisten, wurden auf dem Feinplanum Lehren vorgesehen, die ein sorgfältiges Abgleichen der 2 cm dicken Tonmehlschicht ermöglichen. Es sind täglich im Durchschnitt 400 m² Dichtungsfläche fertiggestellt worden. Das Tonmehl ließ sich bei trockenem Wetter gut verarbeiten. Bei Niederschlägen muß der Einbau dann unterbrochen werden, wenn das Tonmehl seine mehlig Beschaffenheit verliert.

Die Dichtungsschicht wurde mit einem schluffigen, sandig-kiesigem Material aus der Kippe, das für diesen Zweck geeignet war, abgedeckt und vorsichtig mit Handstampfern verdichtet (Bild 16 und 17). Auf diese Abdeckschicht wurde noch eine Packlage aus Schlackensteinen aufgebracht. Diese Abdichtungsmaßnahme, die seit mehreren Jahren wirksam ist, hat sich gut bewährt und zeigt bisher keinerlei Grund zur Beanstandung.

4. Zusammenfassung

In den vorgenannten Beispielen wurde gezeigt, daß es durchaus möglich ist, abgedichtete Flußläufe über Kippengelände zu führen. Allerdings kann das nicht ohne besondere Maßnahmen geschehen, wenn nicht durch einen Wiederanstieg des Grundwassers bis in unmittelbare Oberflächennähe die Gesamtsetzungen praktisch schon abgeklungen sind. In den meisten Fällen wird der Grundwasserstand jedoch noch verhältnismäßig tief liegen.

Hier muß dann versucht werden, einen großen Teil der noch zu erwartenden Setzungen vorwegzunehmen. Diese ungleichmäßigen Setzungen stammen vor allem aus den sehr locker gelagerten oberen Schichten der Kippe, die noch nicht vom Grundwasser erreicht wurden.

Die in den beiden ersten Fällen geschilderten Verfahren sind Kombinationen aus Flutung und mechanischer Verdichtung und haben sich sehr gut bewährt.

Die nach dieser Verdichtung der oberen Schichten noch zu erwartenden Setzungen haben zum größten Teil ihren Ursprung im tieferen Bereich der Kippe und sind gleichmäßig über größere Flächen verteilt. Dadurch sind sie weniger gefährlich für die Dichtungs- und Abdeckschichten.

Trotz der geschilderten Maßnahmen sollte man sowohl aus Sicherheitsgründen als auch zur Vermeidung späterer aufwendiger Reparaturen die Dichtungsschicht und die Abdeckung flexibel gestalten. Auf jeden Fall sollte man Platten u.ä. starre Konstruktionselemente vermeiden.

Im 3. Beispiel sollte gezeigt werden, daß bei besonders schwierigen Grundwasserverhältnissen auch Möglichkeiten bestehen, von den übrigen Verfahren der Abdichtung abzugehen und als Ausweichlösung, z.B. mit Tonmehl, zu arbeiten, das nach dem Einbau von einer Deckschicht geschützt wird. Bei dieser Methode handelt es sich, wie schon gesagt, nur um eine Ausweichlösung, die aber eine schnelle Durchführung der Arbeiten gestattet.



Bild 3 Typisches Dammschüttmaterial

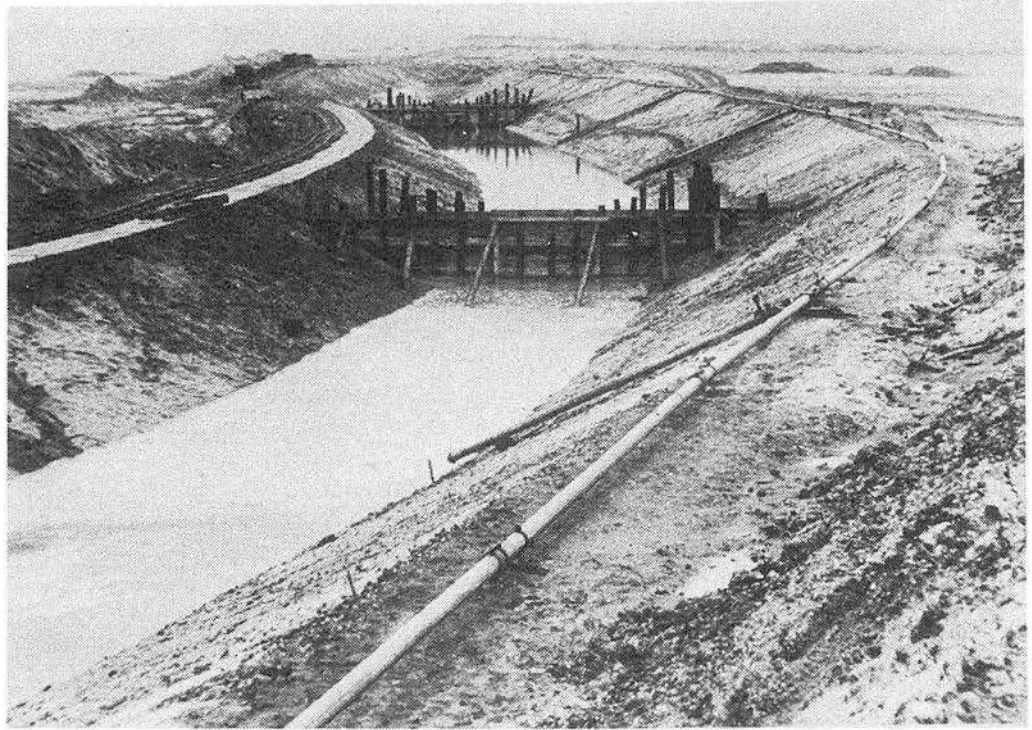


Bild 4 Flutung des Rohprofils



Bild 5 Setzungsrisse unmittelbar über
der Wasserspiegellinie

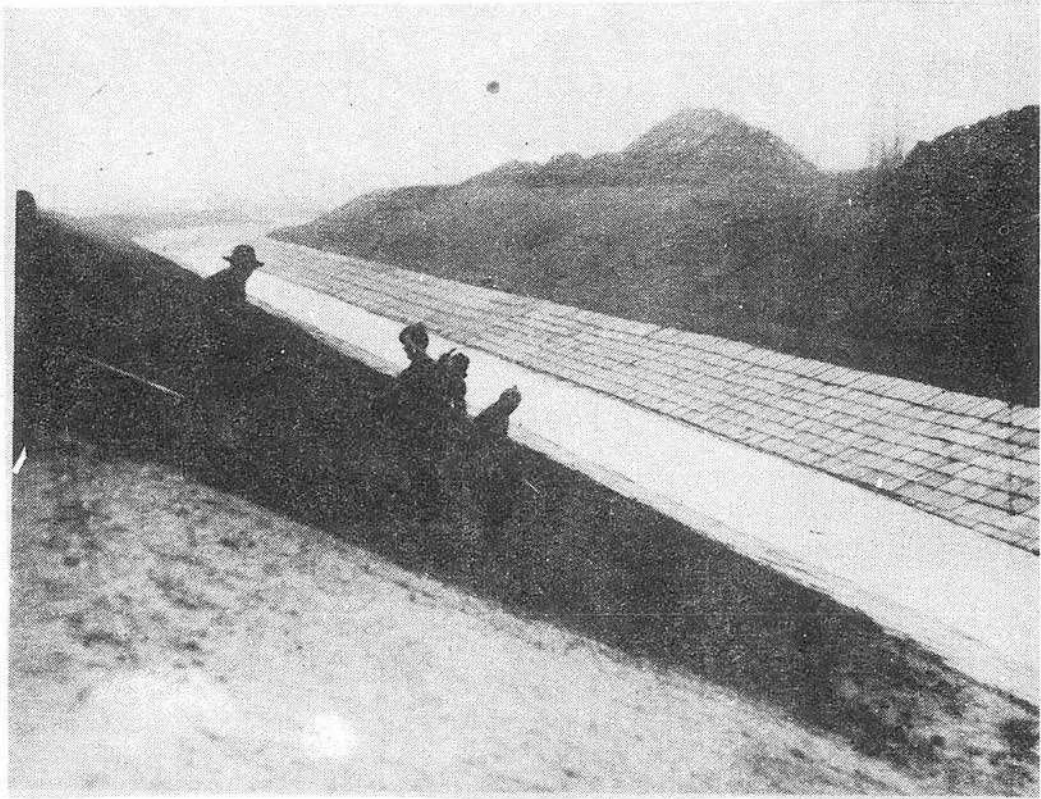


Bild 6 Nacharbeiten am fertiggestellten Flußlauf

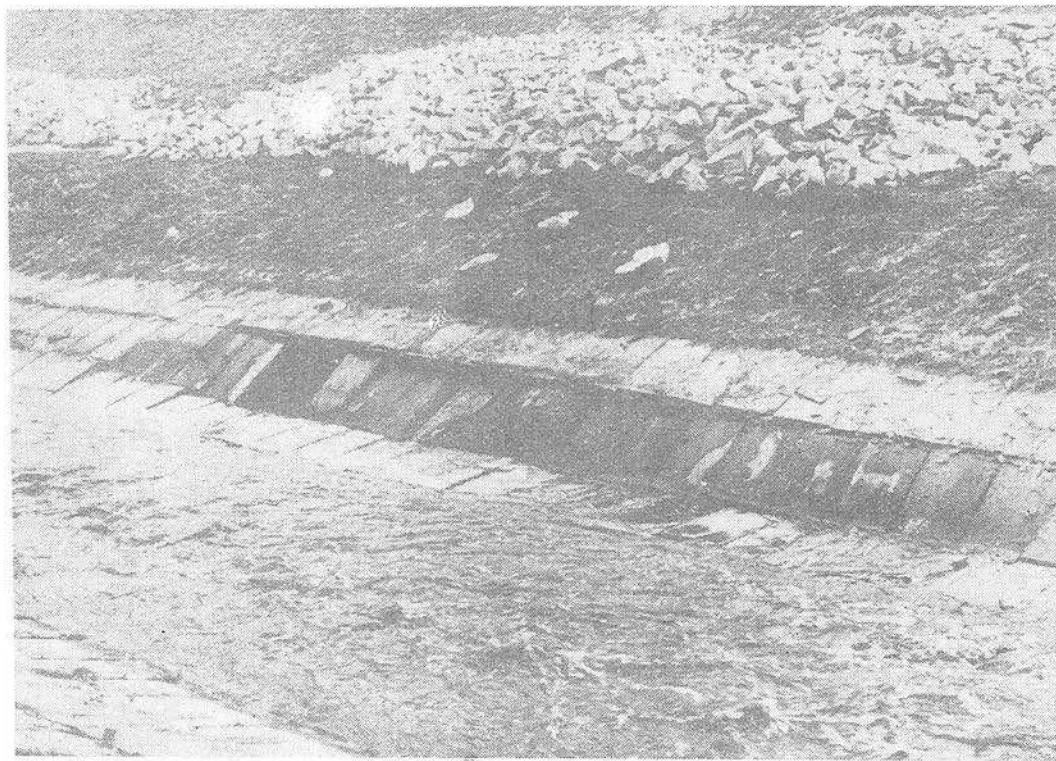


Bild 7 Setzungsschäden an der Abdeckschicht
im Bereich der Altkippe

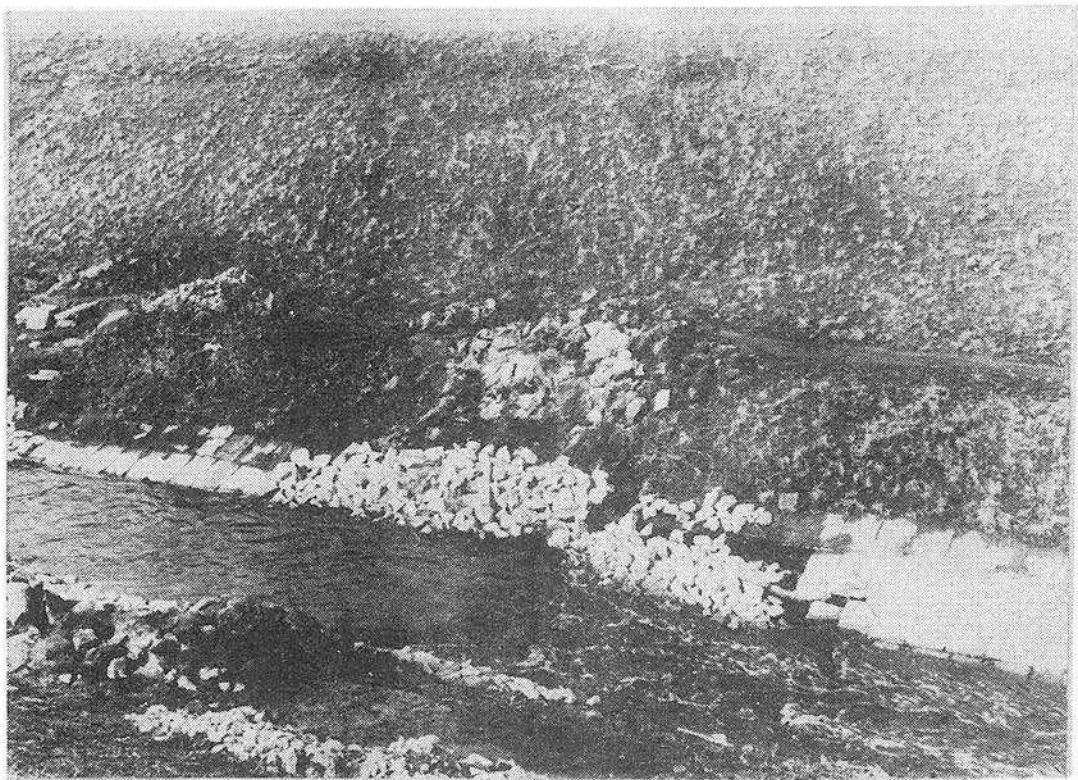


Bild 8 Setzungsschäden an der Abdeckschicht
im Bereich der Altkippe

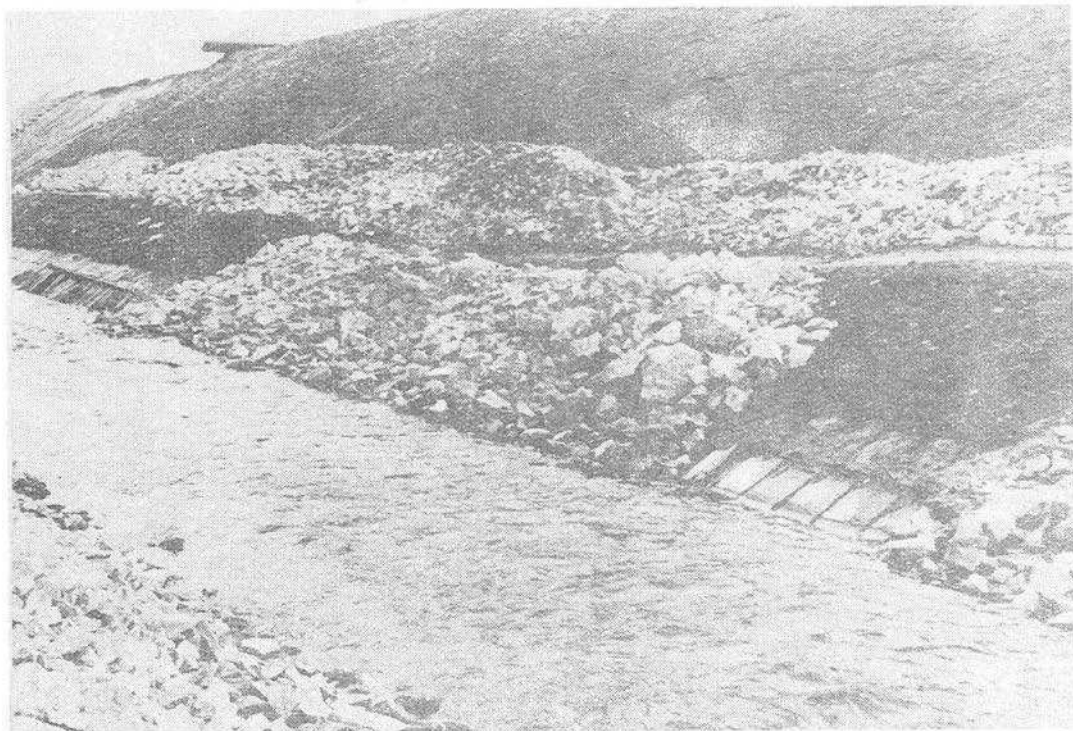
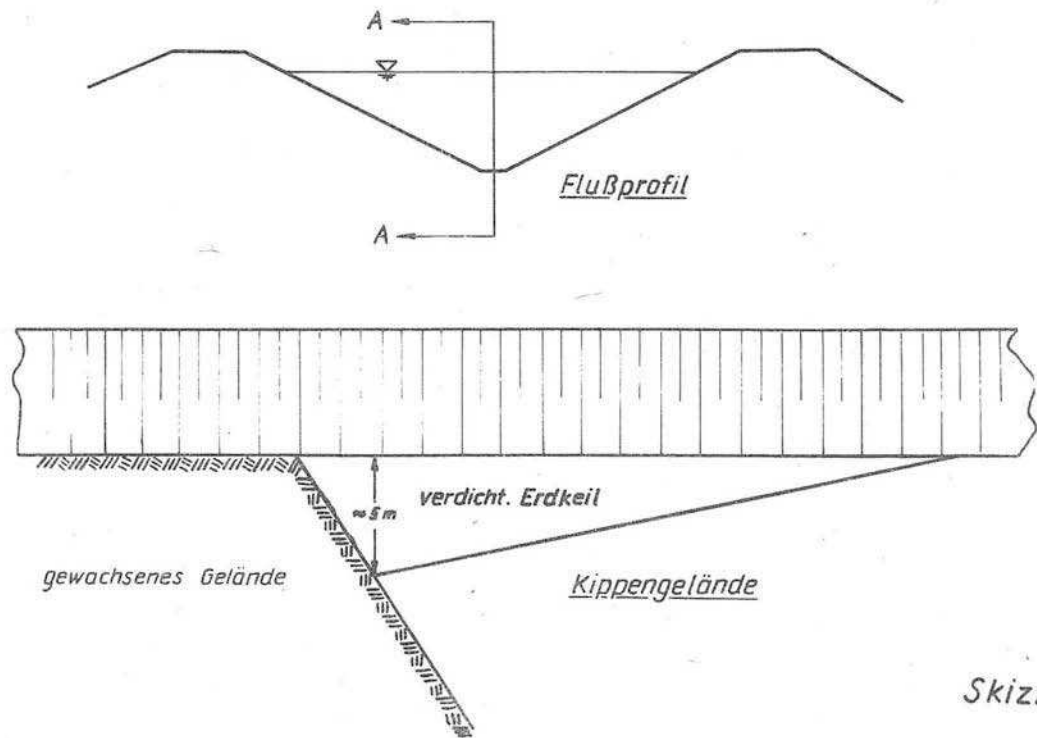


Bild 9 Setzungsschäden an der Abdeckschicht
im Bereich der Altkippe



Skizze

Schnitt A - A

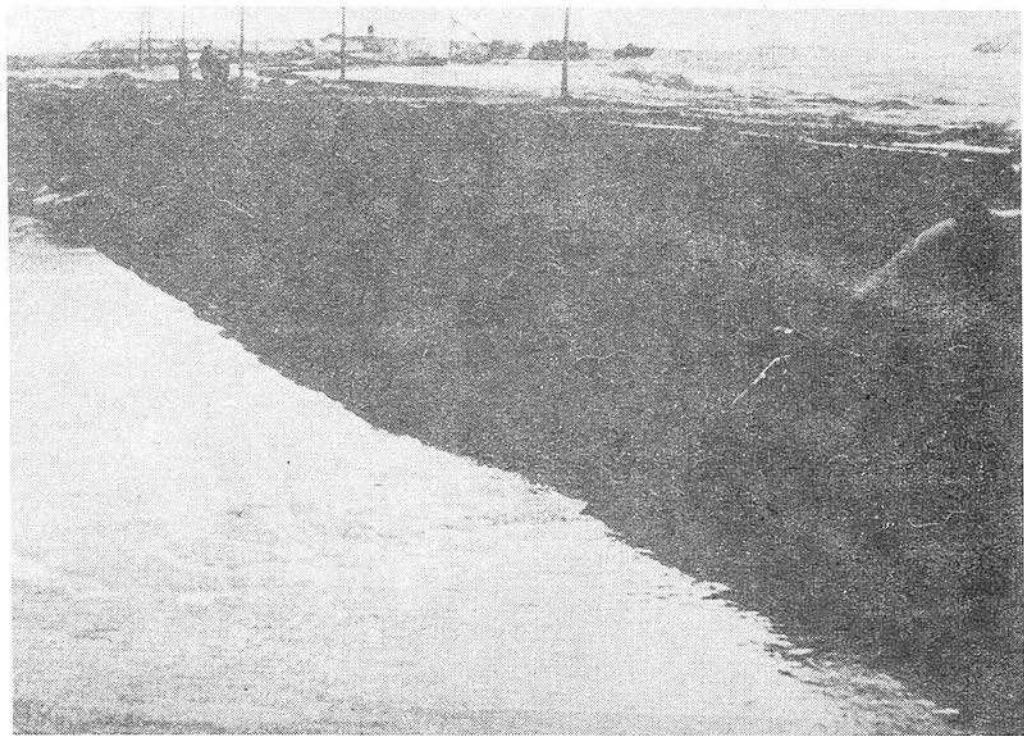


Bild 11 Flutung des Rohprofils

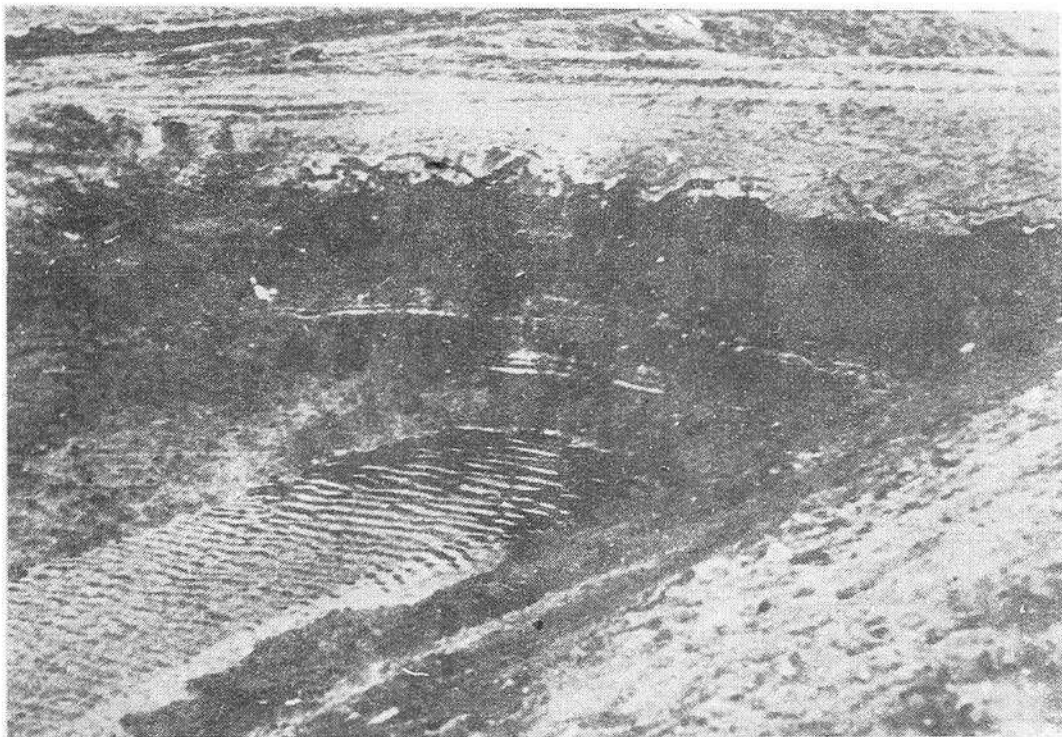


Bild 12 - Setzungsrisse in Höhe der ehemaligen Wasserspiegellinie

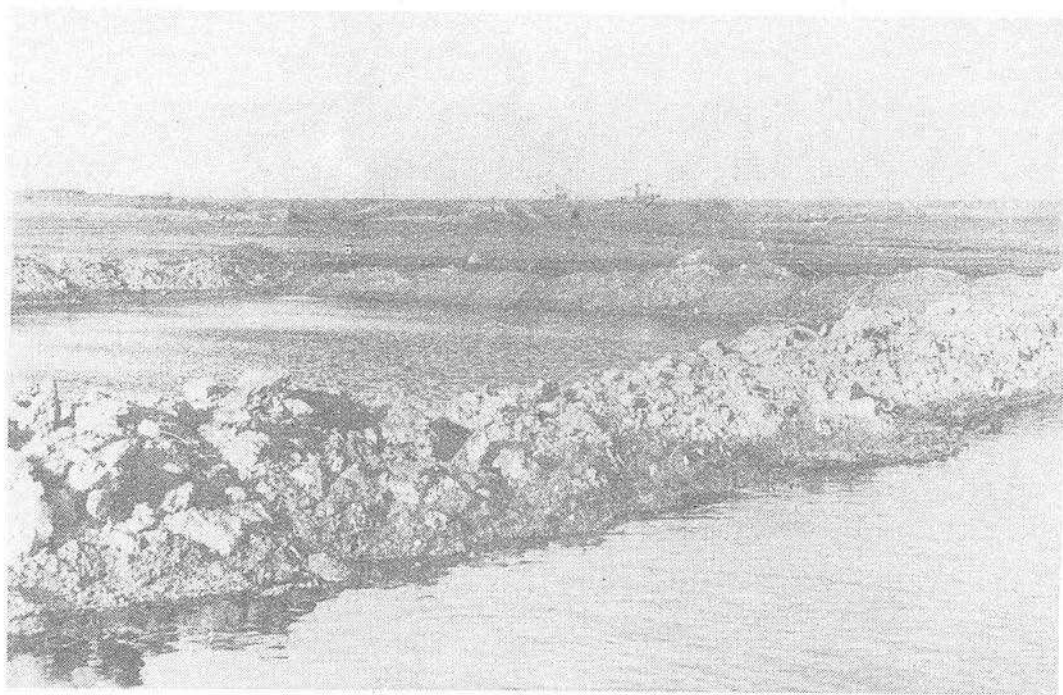


Bild 13 Flutbecken



Bild 14 Setzungsriß



Bild 15 Setzungsriß

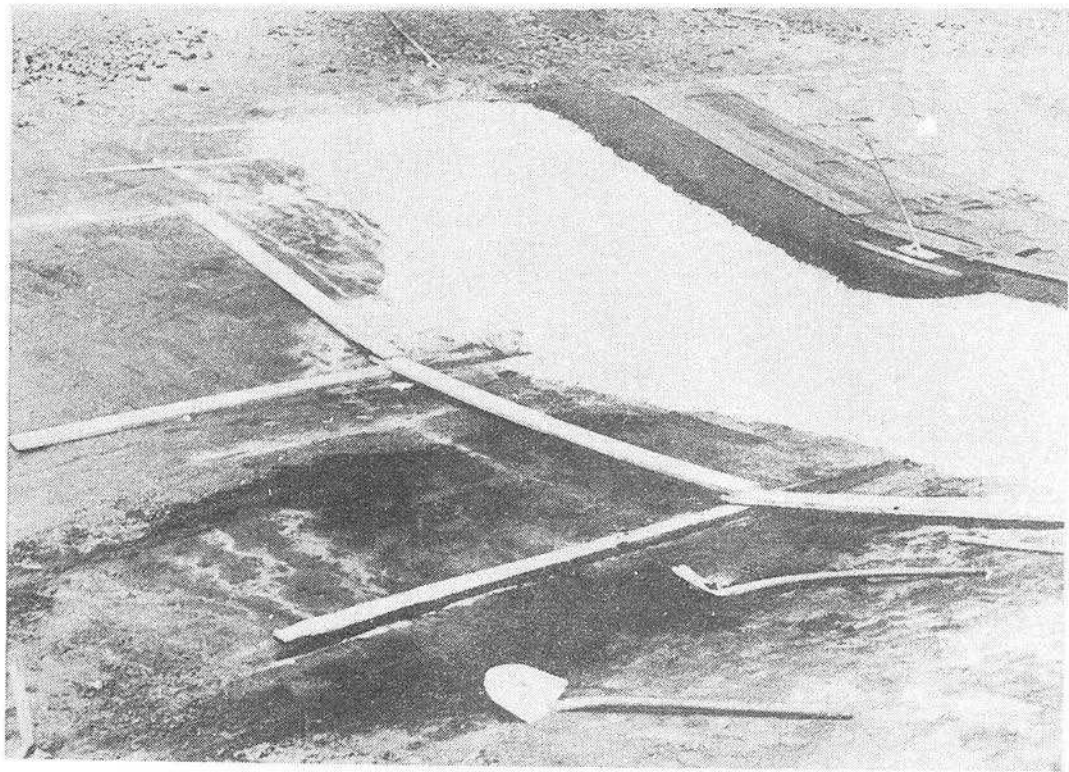


Bild 16 Aufbringen der Abdeckschicht auf die Dichtungsschicht

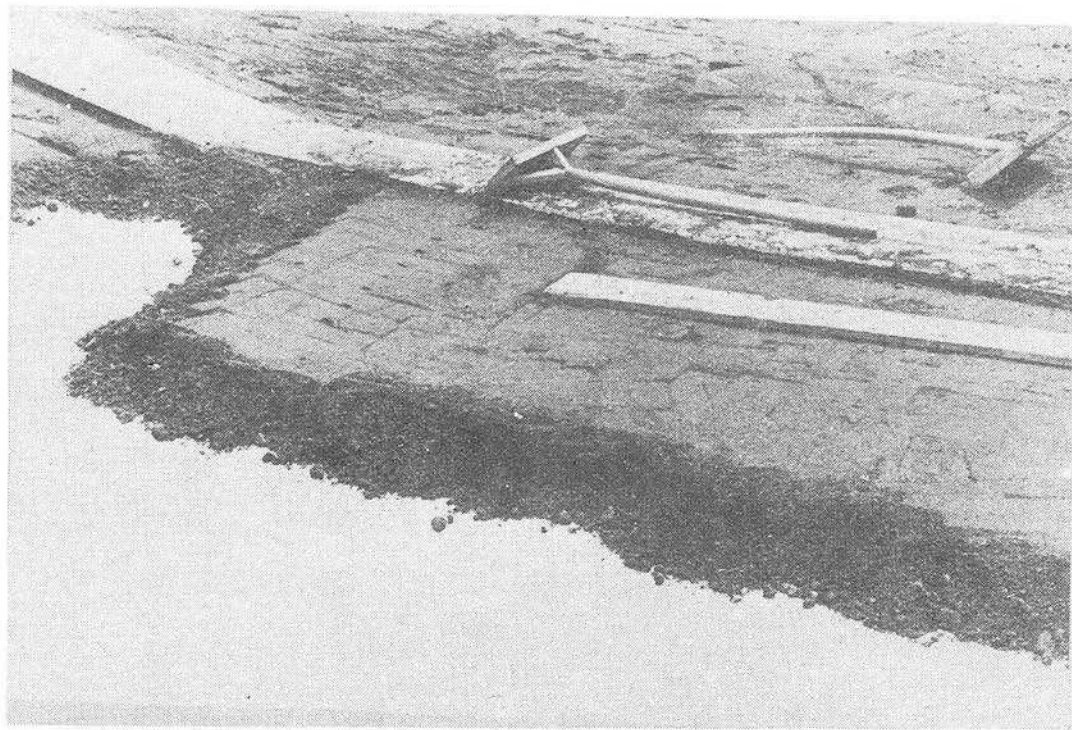


Bild 17 Einzelheit von der Verdichtung der Abdeckschicht