

Erfahrungen bei Abdichtungen von Klärteichen in Lockergesteinen in Norddeutschland

von K.-W. Ruck

Vortrag, gehalten auf der 5. Nationalen Tagung
der Fachsektion Ingenieurgeologie in Kiel am 30. 05. 1985

Einleitung

Im Zuge der Maßnahme, zur Verminderung der Umweltbelastung werden von den Gemeinden Abwasser-
teichanlagen zur Behandlung des Fäkalschlammes errichtet. Unter den Klärteichanlagen stehen unter-
schiedliche pleistozäne und holozäne Bodenarten an. In vielen Fällen haben die anstehenden Bodenarten in
Sohle und Böschung eine zu große Durchlässigkeit, so daß das kontaminierte Wasser in das Grundwasser
eindringen kann. Dann sind Dichtungen erforderlich. Gefordert wird z. Zt. eine Durchlässigkeit von
 10^{-9} m/sec oder geringer.

Möglichkeiten zur Dichtung:

Die Erfordernisse und Möglichkeiten der Abdichtungen müssen durch ingenieurgeologische Untersuchun-
gen erarbeitet werden. Nachfolgende Möglichkeiten von Abdichtungen sind nach den bisherigen Erfahrun-
gen in der Praxis gegeben:

1. Vorhandene einreichende Dichtung durch die anstehenden Bodenarten bindigen Charakters mit ausrei-
chend geringer Durchlässigkeit.
2. Abdichtung durchlässiger Sohlen und Böschungen aus Sanden und Kiesen mit Naturtonen, wie pleisto-
zänem Geschiebemergel, pleistozänem Beckenton und ähnlichen geringdurchlässigen Böden.
3. Abdichtung mit **Bentoniten**.
4. Abdichtung mit Geotextilien.

Beispiele aus der Praxis:

Bei anstehenden bindigen Bodenarten, von denen man annahm, daß sie eine ausreichend geringe Durchläs-
sigkeit aufweisen und dies auch an Einzelproben durch Versuche in Labors nachgewiesen hatte, traten spä-
ter Undichtigkeiten auf.

Um dies zu vermeiden, ist besonders in Stauchmoränengebieten, in denen Kieslinsen im Geschiebemergel
vorhanden sind, eine stratigraphische Analyse erforderlich. Werden im Untergrund durch die Untersuchun-
gen, die meist mittels Sondierungen erfolgen, unterhalb der Teichsohle stark durchlässige Kieseinlagerun-
gen in bindigen Böden, wie z.B. Geschiebemergel, angetroffen, können um diese Kieslinsen weitere dünne
Sandbänderungen oder –schlieren vorhanden sein, die die Untersuchungs Sondierung nicht erfaßt hat, die
aber Verbindungen zwischen Teichsohle und der stark durchlässigen Schicht darstellen können. In solchen
Fällen sollte aus Sicherheitsgründen eine zusätzliche Abdichtung der Sohle durchgeführt werden. Die mit
durchlässigem Material durchsetzte Bodenschicht muß in Stärke von 50 cm ausgehoben werden. Als Ersatz
wird ein Boden mit ausreichender geringer Durchlässigkeit wieder eingebaut und verdichtet. Auch durch
Einarbeiten von **Bentonit** läßt sich die Durchlässigkeit verringern.

Bei den Abdichtungen durchlässiger Sohlen und Böschungen mit natürlichem Tonmaterial ist der
Laborversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit an der Einzelprobe nicht das alleinige Kriterium. Die
Lagerungsdichte bzw. die Verdichtungsfähigkeit bestimmen das Porenvolumen eines bindigen Bodens und
sind somit von großem Einfluss auf die Durchlässigkeit. Da der Boden vorher gelöst und dann erst als
Sohlabdichtung wieder eingebaut wird, können durch ungenügende Verdichtung Bereiche mit größerem
Porenvolumen und damit größerer Durchlässigkeit entstehen. Insofern sind die Einbaukriterien für die
Tondichtungen von besonderer Bedeutung.

Die Verdichtungsfähigkeit muss durch Bestimmung des Einbauwassergehalts, der in der Nähe des
optimalen Wassergehalts liegen muss, gewährleistet sein. Böden mit zu geringem Wassergehalt, die z.B.
durch Lagerung auf Halde ausgetrocknet sind, lassen sich nicht mehr ausreichend verdichten. Sie behalten

Risse, die dann Schwachpunkte bilden. Der Einbau kann durch Witterungseinflüsse stark beeinflusst werden, wie z.B. Oberflächenwasseranfall. Oberflächenwasser führt bei der Bearbeitung von Tonböden zu Aufweichungen, die eine ausreichende Verdichtung nicht mehr ermöglichen. Als Verdichtungsgeräte sollten nur statische Walzen eingesetzt werden. Eventuell auf Böschungen kleine Schafffußwalzen.

Beim Einsatz von Bentoniten zur Herstellung einer abdichtenden Schicht sind die Einbaukriterien ebenfalls entscheidend für die spätere Wirksamkeit der Dichtungsschicht. Die erforderliche Einbaumenge muss nach dem Gesamtvolumen der abdichtenden Schicht bemessen werden. Als Bemessungsgrundlage dient hierfür das Porenvolumen und die Quellfähigkeit des Dichtungsmaterials. Während des Einbaus spielen die Witterungseinflüsse eine entscheidende Rolle. Durch Witterungseinflüsse, wie starker Anfall von Oberflächenwasser, kann es zu Erosionen kommen, die die Dichtungsschicht schwächen oder örtlich zerstören. Böschungen, in denen gleichförmige Feinsande anstehen, sind besonders gefährdet. Die Böschungsneigungen sollen daher nicht nur nach der Standsicherheit der Böschungen bemessen werden, sondern auch nach der Möglichkeit, Erosionen zu vermeiden. Der oft angewandte Erosionsschutz durch Aufbringen einer Sandlage ist nicht ausreichend. Besonders bei steileren Böschungsneigungen sind gute Erfahrungen mit Abdeckung durch Folien gemacht worden.

Verschiedentlich sind in der Praxis Kolke durch Erosionen unter Einlaufrohren entstanden, wenn diese Flächen nicht ausreichend gesichert worden sind. Die Einlaufbereiche sollten daher jeweils gesondert gesichert werden, wobei Folien im allgemeinen nicht ausreichend sind. Bei besonders starker Gefährdung sollten Betonbauteile oder Pflasterungen zur Anwendung kommen.

Wenn die Teichanlagen im Grundwasser liegen, d.h. die Teichsohlen unterhalb des Grundwasserspiegels, oder wie es häufig der Fall ist, die Teiche in einer Hanglage mit Schicht- und Hangwasser angelegt werden, sind nicht nur die Voruntersuchungen für die Einbaukriterien entscheidend, sondern es muss mit Bauhilfsmaßnahmen die Möglichkeit geschaffen werden, den Einbau auch durchführen zu können. Hierfür sind entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig. Um die notwendigen Maßnahmen planen zu können, ist es u.a. erforderlich, die Voruntersuchungen so anzulegen, dass Querschnitte mit genauer Bestimmung der Grundwasserstände zu den Teichprofilen ausgezeichnet werden können. Die Wasserhaltungsmaßnahmen sollten so ausgebildet werden, dass sie bei einer erforderlichen Räumung der Teiche wieder in Betrieb genommen werden können, um Schäden an der Dichtungsschicht durch Sohlaufbruch infolge Grundwasserdruck zu verhindern. Infolgedessen genügen vorübergehende Wasserhaltungsmaßnahmen nicht. Es müssen dauerhafte Anlagen geschaffen werden. Hierfür haben sich besonders Dränagen bewährt. Einmal Dränagen am Fuß der Böschung und im Bereich der Sohle, die während der Bauzeit ständig in Betrieb gehalten und über Pumpenschächte abgepumpt wurden, so dass sie als Horizontalbrunnen wirkten.

Über diesen Dränagen muss die Dichtungsschicht besonders sorgfältig eingebracht und kontrolliert werden, damit diese nicht später ständige Wasserverluste aus den Teichen verursachen. Bei vorhandenem Strömungsdruck auf die Böschung aus einer Hanglage mit höhergelegenen Grundwasserschichten muss eine ständige Entspannung dieses Strömungsdruckes erreicht werden. Dies kann ebenfalls mit Dränagen erfolgen, die dann so angeordnet werden, dass man sie nicht abpumpen muss, sondern durch Schwerkraft in eine Vorflut entwässern. Bewährt haben sich Längsdränagen auf den seitlichen Bermen, die mindestens 0,5 m unterhalb des Teichwasserspiegels liegen müssen. Sie erzeugen einen umgekehrten Strömungsdruck, der die Standsicherheit der Böschungen und die Sicherheit der Dichtungen gewährleistet. Auch die Bermen bleiben trocken und befahrbar.

Eine weitere Möglichkeit zur Abdichtung ist die Abdichtung mit Geotextilien. Hier müssen ausreichend feste Materialien zum Einsatz kommen. Die Überlappungen müssen ausreichend dicht sein, um eine genügende Abdichtung zu erzielen. Erfahrungsgemäß ist der unbeschädigte Einbau sehr schwierig, so dass sich häufig an beschädigten Stellen Undichtigkeiten im nachhinein ergeben.

Verschiedentlich werden zur Abdichtung Tonböden mit Durchlässigkeiten von 10^{-6} m/sec. herangezogen, die dann durch Zusatz von Feinkalk ein geringes Porenvolumen und damit eine geringere Durchlässigkeit erhalten. Es werden im allgemeinen 3% - 4% Feinkalk hinzugesetzt. Diese Abdichtungsschichten sind langzeitgefährdet, da aggressives Wasser die Kalke wieder löst und somit die Durchlässigkeit wieder erhöht. In solchen Fällen ist es besser, diese Tonböden durch Zusatz von **Bentoniten** zu verbessern.

Im allgemeinen reicht bei Tonböden mit den genannten Durchlässigkeitswerten der Zusatz von 2 % **Bentonit** aus, um eine Durchlässigkeit von 10^{-8} - 10^{-9} m/sec. zu erreichen.

Der Einbau sollte in zwei Schichten erfolgen. Die unterste Schicht kann aus dem Tonboden ohne Zusatz von **Bentonit** erfolgen, und zwar in Stärke von 30 cm - 40 cm. Darauf wird eine Tonschicht mit **Bentonit** durchmischt in Stärke von 15 cm - 20 cm aufgebracht, die dann die erforderliche Abdichtungen herbeiführt.

Nachträgliche Abdichtung von durch Erosionen entstandenen Undichtigkeiten sind möglich. Sie können durch Einstreuen von **Bentonit** auf der Wasserfläche erfolgen, die dann auf der Sohle sedimentieren und dort durch Quellung eine Schluckschicht bilden, die abdichtet. Das Einbringen kann miteinem Gebläse erfolgen. Es kann aber auch durch Ausstreuen mit Wasserfahrzeugen, die streifenförmig über die Teiche gezogen werden, durchgeführt werden. Mit ähnlichen Verfahren sind auch Teiche, die im Grundwasserbereich lagen und bei denen wegen des geringen Wasserstandes die aufwendigen Dränagemassnahmen nicht durchgeführt werden sollten, abgedichtet worden.

Bei einer Teichanlage waren Undichtigkeiten beim Einbau der Fundamente für Belüftungsanlagen entstanden. Diese Undichtigkeiten lassen sich mit quellfähigen **Bentoniten** sehr gut abdichten.

Als Sonderfall soll noch, die Abdichtung von Kiesschichten erwähnt werden, und zwar Abdichtung von Kiesschichten mit **Bentoniten**. Beim Einbringen des **Bentonits** allein in Kiesschichten sind häufig die Dichtungsziele nicht erreicht worden. Hier muß das Kornkurvenband gestreckt werden. Es muß Feinkorn aus Sandfraktionen hinzugegeben werden, um einen filterförmigen Aufbau zu erreichen. Auf einen anstehenden Mittelkies mit Grobkies- und Feinkiesbeimengungen und nur ganz geringen Sandbeimengungen wurde eine Sandschicht von Fein- und Mittelsand von 10 cm - 15 cm Stärke aufgebracht. In diese Sandschicht wurde **Bentonit** mit einer Menge von 16 kg/m² eingearbeitet und dann dieses Gemisch in die oberste Lage der Kiesschicht eingefräst. Das Verfahren hat zu einer einwandfreien Abdichtung geführt.

Schlußbetrachtung:

Abschließend kann zusammengefaßt gesagt werden, daß für die Abdichtung von Klärteichen eben folgende Bedingungen zu erfüllen sind:

1. Ausreichende frühzeitige für die jeweils speziellen Fragestellungen angesetzte Voruntersuchungen am Standort.
2. Auswertung der gewonnenen Bodenproben im Labor unter Beachtung der erforderlichen Kriterien und Erarbeitung entsprechender Maßnahmen im ingenieurgeologischen Gutachten.
3. Ausreichende schnelle Untersuchungen während der Bauzeit, möglichst auf der Baustelle, z.B. Bestimmung des Wassergehaltes, der Proctordichte, des Porenvolumens zum Vergleich mit den gewonnenen Laborergebnissen.
4. Eingehende und sorgfältige Endabnahmen durch den Fachmann.

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind und fachkundige Unternehmer mit der Bauausführung betreut werden und die Bauausführung in eine günstige Jahreszeit fällt, lassen sich erhebliche Kosten- und Zeitvorteile erreichen.

Überreicht von:



Der Verfasser:

Diplom-Geologe

Dr. rer. nat. Klaus-Wolfgang Ruck

Beratender Ingenieur VBI

Ingenieur-Geologisches-Institut

Lorenz-von-Stein-Ring 38-44

24340 Eckernförde

Telefon: (04351) 42 59 4