

Anlage 2 Stellungnahme zur Bedeutung der Toteislöcher der Argendelta-Terrassen des
Tettnanger Waldes
(Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg 2002,
Bearb. Dr. Ellwanger)



LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU
BADEN-WÜRTTEMBERG

79095 Freiburg i. Br. □ Albertstraße 5 □ Telefon: (0761) 2 04-0 □ Telefax: (0761) 2 04-44 38

**Stellungnahme zur Bedeutung der Toteislöcher der Argendelta-Terrassen
des Tettlinger Waldes**

Aktenzeichen: 2437//02 2045 – EI/Duf
Datum: 15.05.2002

Bearbeiter: Dr. Ellwanger
Durchwahl: 0761/5590-239

Seitenzahl: 13
Anlagen: 5

Auftraggeber: 1. Bodensee-Moränekies GmbH & Co.KG
Tettling, z. Hd. Herrn Längle, Postfach 1412,
88069 Tettling
2. Kieswerk Brielmaier Weitesch 7, 88069 Tettling
3. Meichle & Mohr GmbH, Steigwiesen 5,
88087 Immenstaad

Bezug: Schreiben vom 17. April 2002

Betreff: Vorbemerkung des Raumordnungsverfahrens
„Erweiterung des Kiesabbaus Tettlinger Wald“
Hier: Bedeutung der Toteislöcher aus
geowissenschaftlicher Sicht

Inhalt

1. Vorbemerkung.
2. Zur Abfolge von Schichten, Diskontinuitäten und postsedimentärer Veränderungen – der geologische Kontext
 - 2.1 Schichtenfolge
 - 2.2 Diskontinuitäten
 - 2.3 postsedimentäre Veränderungen
3. Zur Gliederung, Bedeutung und Schutzwürdigkeit der Toteislöcher und anderer Sedimente und Formen – Versuch einer quartärgeologischen Bewertung als erd- und landschaftsgeschichtlichen Ensemble
 - 3.1 Bewertungsmethoden: Geomorphologie versus Sedimentgeologie
 - 3.2 Geomorphologische Bestandsaufnahme
 - 3.3 Empfehlungen
 - 3.4 Zusammenfassung
4. Weitere Möglichkeiten

Anlage: Kartierbericht Neeb mit folgenden Abbildungen:

- Abb. 1: Geologisch-geomorphologische Übersichtskarte des Argendeltas.
- Abb. 2: Geologisch-geomorphologische Übersichtskartierung; Dokumentation der Toteislöcher und ihrer Umgebung auf den mittleren und oberen Tettninger Terrassen.
- Abb. 3: Geologisch-geomorphologische Detailkartierung; Dokumentation der Toteislöcher und ihrer Umgebung auf der mittleren Tettninger Terrasse.
- Abb. 4: Geologische Übersichtskartierung der drei Tettninger Terrassen. Insbesondere die Verteilung der Deltasedimente im Untergrund der mittleren Tettninger Terrasse.
- Abb. 5: Lage und lithofazieskundliche Profilaufnahmen der Schürfe 1-14 sowie Dokumentation zum Os beim Mariabrunnersträßle.

1. Vorbemerkung.

In der Landschaft des Tettninger Waldes ist der erd- und landschaftsgeschichtliche **Übergang**

von der Zeit der letzten Vergletscherung in die randalpine Seenlandschaft des heutigen Bodensees eindrücklich dokumentiert. V.a. handelt sich um zwei Terrassenniveaus, die obere und mittlere Tettninger Terrasse, die als Seeterrassen eines frühen Argendeltas einen noch eisgestauten Bodensee-Vorläufer dokumentieren, und in die sich Bildungen des glazialen Formenschatzes als sog. Toteislöcher durchgepaust haben.

Die Schotter der mittleren Terrasse stellen ein bedeutendes Kiesvorkommen dar, das z.Zt. abgebaut wird. Im Zuge einer geplanten Erweiterung wird darüber diskutiert, auch in einem Teil jener Terrassenflächen Kies abzubauen, wo sich besonders eindrucksvolle Toteislöcher befinden. Im Rahmen dieses Verfahrens soll aus quartärgeologischer Sicht zu der Frage Stellung genommen werden, ob und ggf. inwieweit diese Hohlformen etwas so Einzigartiges darstellen, dass sie als schützenswert im Sinne des geologischen Naturschutzes bewertet werden können.

Zu diesem Zweck wurde eine geomorphologische Kartierung der Toteislöcher und damit vergesellschafteten Formen durchgeführt (vgl. den Kartierbericht des Büro Neeb, Tübingen). Sodann wurden die Aufschlüsse und die Bohrungen, die für die hydro- und rohstoffgeologische Erkundung angefertigt und interpretiert worden sind, mit Hinblick auf die vorliegende Fragestellung und vor dem Hintergrund der Kartierung neu bewertet. Ergänzend wurden schliesslich noch einige Baggerschürfe durchgeführt.

Nachstehend werden die Ergebnisse der Untersuchungen in allgemeiner Form zusammenfassend erläutert. Die räumlichen Abgrenzungen im Einzelnen wurden in den Neeb'schen Kartenskizzen dargestellt (vgl. Anlage). Das entscheidende Element für die Bewertung ist die geologische Grenze zwischen Eiszerfallssedimenten im Liegenden, und fluviolakustrinen Sedimenten im Hangenden. Die für die Toteis-Hohlformen massgeblichen Eisblöcke wurden als Teil der Eiszerfallssedimenten des zerfallenden letztglazialen Rheingletschers abgelagert, die im übrigen nicht nur Diamikte, Feinsedimente und Sande, sondern auch subglaziale Schotter umfassen. Darüber folgen zunächst feinkörnige Sedimente des Vordeltas, und erst dann jene Deltasedimente und Argenkiese, wie sie z.Zt. abgebaut werden.

Eine geowissenschaftliche Bewertung der Toteisformen hat folglich aus dem (erd- und landschaftsgeschichtlichen) Kontext dieser Schichtenfolge heraus zu erfolgen. Zu diesem Zweck wird nachstehend diese Schichtenfolge entsprechend dem heutigen Kenntnisstand etwas ausführlicher dargestellt, und zwar sowohl mit Hinblick auf die verschiedenen Sedimentkörper als auch auf die Grenzflächen zwischen den Körpern. Daraus wird eine Unterscheidung von akkumulierten und erodierten Terrassenflächen für beide Terrassen abgeleitet. Entsprechend dieser Einteilung lassen sich schliesslich die Toteisformen gruppieren und hinsichtlich ihrer Bedeutung bewerten.

2. Zur Abfolge von Schichten, Diskontinuitäten und postsedimentären Veränderungen – der geologische Kontext

2.1 Schichtenfolge:

Das Schottervorkommen im Tettninger Wald entstand am Ende der letzten Vergletscherung an der Mündung der Argen in einen noch eisgestauten Vorgänger des Bodensees. Soweit aus den Bohrungen erkennbar, handelt es sich um drei verschiedene Schotterfazies, die teilweise durch

eine Sand-Feinkorn-Zwischenschicht zweigeteilt sind:

oben

- (4) um **fluviale Schotter** der Argen, die im Argental auf Molasse oder quartären Sedimenten, im Bereich der Delta-Verebnung innen z.T. noch auf glazialen Sedimenten, zur Mitte hin und nach aussen dagegen als Topsets auf den Deltaschottern (3) abgelagert wurden (letzteres entspricht dem heutigen Bild der Abbaue);
- (3) um **fluviolakustrine Schotter**, die aus dem Argental als schräggeschichtete **Deltaschotter** (Delta-foresets) vom Beckenrand her in einen frühen, noch eisgestauten Bodensee (mit höheren Seespiegeln als heute) geschüttet wurden (Hauptmasse der gegenwärtig abgebauten Kiese);
- (2) um **lakustrinen und glaziolakustrinen Sande und Feinsedimente**, die auf dem Seeboden der Eisstauseen abgelagert wurden (bottom sets), wobei sich die Sande überwiegend vom Argental und die Feinsedimente überwiegend vom Gletscher herleiten; und schliesslich
- (1) um **subglaziale Schotter**, die in Eistunneln und -spalten des stagnierenden und zerfallenden letztglazialen Rheingletschers abgelagert wurden (Eiszerfallssedimente, überwiegend unterhalb der heutigen Grundwasseroberfläche);
- (--) im Liegenden: Sedimente des letztglazialen Eisvorstosses oder ältere quartäre Sedimente oder Obere Süsswassermolasse,

unten

Die **subglazialen Schotter (1)** sind vergesellschaftet mit Sedimenten des Eiszerfalls (Diamikte, Sande, Feinsedimente). Sie befinden sich innerhalb bzw. am Rande eines glazialen Beckens, westlich neben dem Hochgebiet des Tettninger Drumlinfeldes. Ihre Ablagerung erfolgte zwischen stagnierendem Gletschereis in Form von Oser- oder Kames-Hügeln, d.h. ihre heutige räumliche Anordnung ist bestimmt durch die Anordnung der seinerzeit liegengebliebenen Eisblöcke und Eis-Megablöcke. Letztere wurden zu einem kleinen Teil als **Toteis** einsedimentiert.

Mit Verschwinden des Eises setzte die Ablagerung der **Becken-Feinsedimente (2)** ein, durch die das Eiszerfalls-Relief ganz oder teilweise verfüllt wurde. Dabei entstand eine grosse Seeboden-Verebnung, die in der Nähe des Argentalen als „untere Tettninger Terrasse“ bezeichnet wird.

Zugleich bauen sich die **Deltaschotter (3)** vom Beckenrand ins Seebecken vor. Sie überlagern bzw. sind nach aussen verzahnt mit sandigen und feinkörnigen Sedimenten, die überleiten zu den **Sedimenten des Vordeltas (2)** und schliesslich den **Becken-Feinsedimenten (2)**. Vereinzelt sind auch Eiskontakt-Sedimente vorhanden, z.B. Diamikte, die einen Kontakt mit dem noch nicht allzu weit entfernt zerfallenden Gletschers dokumentieren. – Das Niveau der Delta-Oberfläche entspricht dem seinerzeitigen Niveau des Seespiegels. Somit entsprechen die beiden Niveaus der oberen und der mittleren Tettninger Terrasse jeweils einem spätglazialen Seespiegel des noch überwiegend eiserfüllten Bodensees (ca. 70 m bzw. ca. 40 m über heutigem Seespiegel). Ein drittes, unteres Deltaniveau entspricht der heutigen Argenmündung bei Langenargen. Dagegen dokumentiert die untere Tettninger Terrasse (im Tettninger Wald ca. 20 m über heutigem Seespiegel) soweit erkennbar keinem ehemaligen Seespiegel, vielmehr wurden ihre sandigen und feinkörnigen Sedimente auf einem ehemaligen Seeboden in mindestens 20 m Wassertiefe abgelagert.

Die **fluvialen Schotter der Argen (4)** bilden flache Schotter-Schwemmkegel auf den verschiedenen Verebnungen (Terrassenschotter). Im Vergleich zu den schräggeschichteten

Deltaschottern handelt es sich um eher grobe, unsortierte Schotter. Sie sind meist bis zu fünf Meter mächtig. Nur im Niveau der unteren Terrasse und in der Nähe der Argen erreicht ihre Mächtigkeit bis zu 20 m. Hier handelt es sich um gröbere und fehnere Kieslagen, die teils auf den Seeboden-Feinsedimenten, teils auf subglazialen Schottern zu liegen scheinen.

Die Oberflächen der oberen und mittleren und entlang der Argen auch der unteren Terrasse ist stellenweise durch Böschungen von wenigen Metern in kleine Erosionsstufen gegliedert. Derartige **Erosionsterrassen** sind charakteristisch für ein fluviales Milieu. – Zusätzlich wurde ein ältestes Argenniveau oberhalb der oberen Terrasse kartiert. Es befindet sich zwischen den Drumlins der Moränenlandschaft, soweit erkennbar sind keine glaziolakustrine Bildungen vorhanden.

Die heutigen Kiesgruben liegen derzeit noch in einem Bereich der mittleren Terrasse, wo fluviolakustrine Deltaschotter von fluvialen Topsets überlagert werden. Stellenweise sind darunter noch subglaziale Schotter vorhanden. Letztere sind bisher nur aus Bohrungen bekannt, d.h. in den Abbauen nicht aufgeschlossen. Aufgrund der Neukartierung wird jedoch vermutet, dass die Eiszerfallssedimente im östlichen Teil der mittleren Terrasse an oder nahe der Oberfläche unter den Topsets anstehen, d.h. durch die geplanten Erweiterungen werden die subglazialen Sedimente voraussichtlich angeschnitten.

Die obere Terrasse ist ähnlich aufgebaut wie die mittlere, d.h. Topsets über Deltaschottern über Eiszerfallssedimenten. Allerdings sind die Verhältnisse kleinräumiger und stellenweise sind auch die Diamikte der Drumlinlandschaft an oder nahe der Oberfläche.

Im Bereich der unteren Terrasse kommen die subglazialen Schotter in kleinen Hügelketten zutage, die sich an einigen Stellen aus der Verebnung der Feinsedimente erheben. Möglicherweise befindet sich der „**Brunnen Tettang**“ in einem derartigen subglazialen Schotterzug (der einerseits von Feinsedimenten umgeben bzw. in diesen „ertrunken“, andererseits von jungen Argenschottern überlagert ist).

2.2 Diskontinuitäten:

Für die Geometrien der Kieskörper und anderer geologischen Körper sind ihre Grenzflächen bzw. begrenzenden **Diskontinuitäten** massgeblich. Es handelt sich um Diskontinuitäten innerhalb der Sukzession der Sedimente sowie zuoberst um die heutige Landschaft. Die Bildung dieser Diskontinuitäten ist nur teilweise mit der Ablagerungsdynamik ihrer jeweils liegenden und/oder hangenden Sedimente verknüpft, teilweise gehen sie jedoch aus einer davon unabhängigen, **eigenen Dynamik** hervor. Man geht daher dazu über, die Diskontinuitäten im geologischen Kontext als eigenständige Elemente zu charakterisieren. Im Bereich der mittleren Terrasse sind folgende Diskontinuitäten von Bedeutung:

oben

- (v) Terrassenoberfläche (Erosions- und Akkumulations-Diskontinuität)
- (4) u.a. fluviale Schotter
- (iv) horizontal-ebene Faziesgrenze (Diskontinuität)

- (3) u.a. Deltasedimente
 - (iii) ehem. Seeboden-Ebene (Diskontinuität)
- (2) u.a. Zwischenschicht aus Sanden und Feinsedimenten
 - (ii) stark reliefierte Eiszerfalls-Oberfläche (Diskontinuität), z.T. durch fluviäle Erosion eingeebnet
- (1) u.a. subglaziale Sedimente des Eiszerfalls im Liegenden der Deltasedimente
 - (i) Übertiefungs-Diskontinuität (Basis-Groblage, Basis-Hauptdiskontinuität)

unten

Die unterste **Diskontinuität (i)** markiert jene landschaftsgestaltende Morphogenese, durch die die Beckenlandschaft neben dem Tettninger Drumlinfeld entstand (daher „Haupt-Diskontinuität“). Sie steht in Zusammenhang mit dem letztglazialen Eiszusammenbruch und der damit verbundenen Genese der randalpinen Seenlandschaft. D.h. es handelt sich um eine aus hochdynamischen Prozessen hervorgegangene Erosions-Diskontinuität in Form einer **grossräumigen Übertiefung**. Im Liegenden Obere Süsswassermolasse, am Beckenrand ältere glaziale Sedimente. Beim Abklingen des Ereignisses wurde stellenweise eine Basis-Groblage abgelagert, darüber Eiszerfallssedimente (1).

Die darüber folgende **Diskontinuität (ii)** markiert die Oberfläche der Eiszerfalls-Bildungen (1), d.h. v.a. kleinräumig angeordnete Voll- und Hohlformen, in die zunächst auch Eisblöcke und Eis-Megablöcke des zerfallenden Rheingletschers einbezogen waren. Somit stellt (ii) bereits ursprünglich eine **kleinräumig stark reliefierte Fläche** dar, deren Reliefierung durch die z.T. zeitverzögerte Entfernung der Eisblöcke zunächst noch zunahm.

Insbesondere am Beckenrand wurde dieses Relief durch die Sande und Feinsedimente (2) sowie v.a. durch die Deltakiese (3) zu einem Zeitpunkt verfüllt, als erst ein Teil der einsedimentierten Eisblöcke ausgeschmolzen bzw. entfernt war, d.h. das Eiszerfalls-Relief wurde teilweise durch (2) und v.a. (3) aufgefüllt. Die aus den Bohrungen teilweise erkannten grossen Schwankungen der Mächtigkeit des Kieskörpers – der ja an seiner „fluviolen“ Oberfläche eine nahezu ebene Grenzfläche aufweist – sind eine Folge der kleinräumigen Ablagerungsmuster der subglazialen Sedimente.

Bereits innerhalb der Deltasedimente bildet die **Diskontinuität (iii)** im Bereich der mittleren Terrasse eine Faziesgrenze zwischen Deltaschottern (oben) und Sanden bis Feinsedimenten des Prodeltas (unten). Ihr Verlauf markiert hier die **Verzahnung** zwischen beiden Einheiten, stellenweise jedoch verändert durch Remobilisierung und Migration der Feinsedimente. Im Bereich der unteren Terrasse entspricht (iii) dem Top der Seeboden-Feinsedimente, d.h. der heutigen Oberfläche bzw. ehem. Seeboden-Verebnung.

Die **Diskontinuität (iv)** stellt die Faziesgrenze dar zwischen fluviolakustrinem Milieu unten und fluvialen Milieu oben. Als Top der Deltaschotter entspricht ihr Niveau den jeweiligen Seespiegeln zur Zeit der Deltaschüttung, d.h. sie ist ursprünglich **horizontal und eben**. Auch sie wurde stellenweise verändert im Zuge postsedimentärer Prozesse, v.a. durch Nachsackungen bei der Bildung der Toteislöcher.

Die **Diskontinuität (v)** entspricht der Oberfläche der fluviolen bzw. Topset-Sedimente, d.h. im Bereich der mittleren und oberen Terrasse sowie in Argennähe auch der unteren Terrasse der heutigen Oberfläche.

Somit entspricht der östliche Teil der mittleren und der oberen Terrasse jeweils eher einer Erosionsterrasse, mit Überdeckung durch einige Meter Topset bzw. fluvialer Schotter, während der Westteil beider Terrassen jeweils eine Schotterakkumulationsterrasse darstellt. Aufgrund der Neukartierung wird vermutet, dass der Übergang von Erosions- zur Akkumulationsterrasse sich westlich der tiefen Toteislöcher im Bereich einiger mitteltiefer Toteislöcher befindet, wo ausserdem einige flachwellige, Ost-West gerichtete Erhebungen in der Terrassenoberfläche identifiziert werden konnten.

All dies zeigt, dass die geomorphologischen Verhältnisse der mittleren und oberen Tettninger Terrasse zwar etwas mit den Geometrien der geologischen Körper zu tun haben, jedoch nicht im Sinne der einfachen Gleichung „Terrassenverebnung = Schottervorkommen“. Zwar wurde diese in der traditionellen Quartärkunde gebräuchliche geomorphologische Arbeitstechnik der „Morphostratigraphie“ auch im Falle der Tettninger Terrassen auf der amtlichen geologischen Karte verwendet, hier ist sie jedoch nur mit Hinblick auf eine Gleichsetzung der Diskontinuität (v) mit den fluvialen Schottern (4) und ihre Erosionskanten ohne Einschränkung verwendbar.

2.3 Postsedimentäre Veränderungen:

Gemeint sind Veränderungen, die nach den Akkumulations- und Erosionsprozessen der fluvialen Schotter (4) erfolgt sind. Hierzu gehören sedimentäre Gänge, Nachsackungen über Toteis-Hohlräumen, sowie flache Sanddünen bzw. dünenartige Sandaufwehungen.

(a) **Sedimentäre Gänge u.a.:** Derartige Elemente, also feinkornreiche und diamiktische sedimentäre Gänge und Lagergänge, aber auch Diapir-artige und ähnliche Sedimentstrukturen wurden im äußeren Bereich der mittleren Terrasse an verschiedenen Stellen beobachtet. Sie sind vermutlich durch Instabilitäten hervorgerufen, bedingt durch die rasche Sedimentation der Deltaschotter über wassererfüllte und daher unterkonsolidierte Sande und Feinsedimente. Diese Sedimente waren v.a. am Außenrand der mittleren Terrasse recht mächtig. Entsprechende Sedimentstrukturen sind in einigen vom Abbau bisher verschonten „Sandstotzen“ erkennbar; es handelt sich um Sand-, Schluff- und Diamikt-reiche „Stotzen“ mit relativ geringem Anteil an Kieskorn.– Bei der Auslösung der genannten Prozesse spielt einerseits die im Zuge der wegfallenden Eisauflast generell erhöhte Seismizität eine Rolle, andererseits auch letztmalige Eiskontakte (so wird vom nördlichen Teil des Terrassenrandes von Diamikten berichtet, die vermutlich als flowtill abgelagert wurden und entsprechende Eiskontakte belegen könnten. Ähnlich die aktuelle Kernbohrung **B 01/2001** bzw. LGRB-arnum 8323 783).

(b) **Toteislöcher:** Im Bereich der aus den Eiszerfalls-Bildungen bis in die Terrassenlandschaft durchgepausten Toteislöcher wird die gesamte Sedimentsukzession oberhalb der eingesedimentierten Eisblöcke versetzt. Im westlichen, äusseren Teil der mittleren Terrasse ist es die gesamte Schichtenfolge (1) bis (4), wobei abgesehen von gewissen Durchmischungen der Versturzmassen die Mächtigkeiten der Schichtglieder dabei erhalten bleiben. Dagegen werden im östlichen Teil nur die subglazialen Sedimente (1) von der Nachsackung erfasst, deren Mächtigkeit durch die Terrassenerosion (v) vermutlich reduziert war, sowie, soweit vorhanden,

die fluvialen Schotter (4).

(c) **Dünen:** Im Zuge der Neukartierung wurden an zwei Stellen flachwellige Sandvorkommen gefunden, die möglicherweise als Flugsandaufwehungen bzw. Dünen zu deuten sein werden (Kartierung Neeb, zu diesem Thema sind noch weitere Untersuchungen erforderlich und vorgesehen). Das südlichen Vorkommen liegt auf der mittleren Terrasse und gehört zu einer Reihe flacher Erhebungen am Aussenrand der tiefen Toteislöcher. Hier konnte durch Baggerschürfe gezeigt werden, dass die Sande nicht nur auf der Terrassenfläche, sondern auch in einem angrenzenden Toteisloch vorhanden sind. D.h. zumindest ein Teil der Sandverwehung erfolgte nach dem Einbrechen des Toteisloches. – Das nördliche Vorkommen befindet sich auf der oberen Terrasse. – Ein Alter für die Sandablagerung bzw. -umlagerung kann nicht angegeben werden, da bisher keine **Datierungen** vorliegen

3. Zur Gliederung, Bedeutung und Schutzwürdigkeit der Toteislöcher und anderer Sedimente und Formen – Versuch einer quartärgeologischen Bewertung als erd- und landschaftsgeschichtlichen Ensembles

3.1 Bewertungsmethoden: Geomorphologie versus Sedimentgeologie.

Die Einschätzung, dass die Tettlinger Terrassen und ihre Toteisloch-Überprägung, und hier insbesondere die **grossen Toteislöcher** der mittleren Terrasse, eine geowissenschaftliche Besonderheit darstellen, stammt noch aus der Zeit vor der umfassenden Erkundung und Nutzung dieses Kiesvorkommens. Zwei besonders große Toteislöcher stehen daher bereits seit längerem unter **Naturschutz** (Krippelesbogen). Dass diese Unterschutzstellung zu Recht erfolgt ist, kann aus der neuen geomorphologischen Bestandsaufnahme uneingeschränkt bestätigt werden.

Dank der Aufschlüsse und insbesondere der neuen Bohrungen ist es nun auch möglich, die verschiedenen Elemente aus sedimentgeologischer Sicht zu bewerten. Zwar gibt es unmittelbar aus dem Bereich Krippelesbogen keine modernen Bohraufschlüsse, man kann jedoch, wie oben dargestellt, begründet vermuten, dass dieser Teil der mittleren Terrasse als Erosionsterrasse in Eiszerfallssedimenten ausgebildet ist, dazu stellenweise wenige Meter fluvialer „Topsets“. In diesem Szenario sind die grossen Hohlformen innerhalb von Eiszerfallssedimenten eingebrochen, deren Mächtigkeit durch die fluviale Erosion reduziert war. Es handelt sich somit um jene glaziale Sedimente, in denen Toteislöcher normalerweise vorkommen. Das Besondere an der Situation am Krippelesbogen sind also nicht die beteiligten Sedimente, sondern die **geomorphologischen Verhältnisse**. – Im Übrigen sind in den Eiszerfallssedimenten hier nur eher kleinräumige subglaziale Kiesvorkommen zu erwarten, nicht grossräumige Schotter wie in den gegenwärtigen Aufschlüssen

Im Gegensatz zum Krippelesbogen handelt es sich bei den weiter westlich vorhandenen und vorhanden gewesenen Toteislöchern der mittleren Terrasse, sowie bei allen Toteislöchern der oberen Terrasse, um nur mitteltiefe und kleine (seichte) Hohlformen, wie sie auch in anderen Eiszerfallslandschaften Oberschwabens und vergleichbaren Glaziallandschaften häufig vorkommen. Es gibt jedoch entscheidende Unterschiede: Einerseits sind viele der Hohlformen in Eiszerfallslandschaften keine echten Toteislöcher, sondern anderer Genese, während es sich auf

den Tettlinger Terrassen um reine Toteis-Ensembles handelt. Und andererseits sind – dies gilt zunächst nur für die mittlere Terrasse – die mitteltiefen Toteislöcher zumindest randlich, und die flachen komplett innerhalb von Schottern eingebrochen, d.h. in ein auch sedimentgeologisch fluviales bis fluviolakustrines Milieu. Aus all dem folgt, dass sich die Bedeutung der mitteltiefen und seichten Toteislöcher erst aus einer sowohl Geomorphologie als auch Sedimentgeologie umfassenden Betrachtung erschliesst.

Ob in diesem Areal, insoweit es für den Kiesabbau von Interesse ist, ein Konflikt „Kiesabbau“ versus „Erhaltung besonderer Landschaft“ zwingend vorhanden ist, kann aus geologisch-geomorphologischer Sicht bezweifelt werden. Es spricht einiges dafür, dass bereits das Auftreten der ersten etwas eindrucksvolleren, d.h. mitteltiefen Toteislöcher mit dem Auskeilen der Foresets und damit der Hauptmasse der gegenwärtig abgebauten Kiese einhergeht. In diesem Übergangsbereich sind jedenfalls die Bohrungen nicht eindeutig interpretierbar. – Da jedoch für die Bewertung der mitteltiefen Toteislöcher der sedimentgeologische Aspekt eine bedeutende Rolle spielt, beinhaltet der Abbau zugleich die Chance, hier einen allgemein zugänglichen Einblick in die – im Falle einer unverritzten Landschaft verborgene – Abfolge der Sedimente zu erhalten. D.h. aus Sicht der Erd- und Landschaftsgeschichte könnte man hier den teilweisen **Verlust ursprünglicher Landschaft durch neue Aufschlüsse in die Sedimente** gleichwertig in einem guten Sinne ausgleichen.

Aus all dem folgt, dass im Falle einiger der mitteltiefen Toteislöcher der mittleren Terrasse eine Bewertung „am grünen Tisch“ nicht ratsam ist. Hier sollte vielmehr ein **geologisch begleiteter Abbau** erfolgen, bei dem die Bewertung im konkreten Aufschluss vorgenommen wird. Im Ergebnis sollten Sackungsstrukturen der Sedimente im Querschnitt eines oder mehrerer mitteltiefer Toteislöcher sichtbar gemacht werden. Ergänzend dazu sollte jedoch auch sichergestellt werden, dass andere mitteltiefe Toteislöcher insoweit erhalten bleiben, dass der Eindruck sowohl besonderer Einzelelemente als auch der ursprünglichen Terrassen-Toteisloch-Landschaft als ganzes nicht verloren geht.

3.2 Geomorphologische Bestandsaufnahme

Um den gegenwärtig noch erhaltenen Bestand der Formen zu dokumentieren und im Sinne der oben dargestellten Entwicklung zu bewerten, wurde wie oben erwähnt eine **geomorphologisch-geologische Neukartierung** des geplanten Erweiterungsgebietes und angrenzender Gebiete vorgenommen (Bericht Neeb). Einerseits wurde eine genetische Bewertung der **einzelnen Toteislöcher** durchgeführt, andererseits aber auch eine Bewertung im **Kontext der Abfolge von Terrassen und Sedimenten**.

Hinblickend auf **einzelne Toteislöcher** kann man verschiedene Hohlform – Typen unterscheiden, u.a. nach Größe, Umrissform, Steilheit der Böschungen. Es gibt einfache Hohlformen, aber auch komplizierte Formen, wo sich im zentralen Teil einer grossen Hohlform eine kleinere Vollform befindet. Dazu kommen weitere Kombinationen von Hohl- und Vollformen, teilweise bilden die Hohlformen kleinere Gruppen. Bei der **Auswahl** der zur Unterschutzstellung vorgeschlagenen Elemente wurde darauf geachtet, dass alle Varianten berücksichtigt sind.

Die Neigung der Böschungen erscheint stellenweise als Funktion der Einfallsrichtung der

Foresets, in dem Sinne dass flachere Böschungen an derjenigen Seite vorhanden sind, wo Foresets in die Hohlform hinein einfallen. D.h. bei natürlichen Nachsackungen spielen die Schrägschichtungen möglicherweise eine Rolle mit Hinblick auf die Standfestigkeit der Schotterböschungen.

Für die **Bewertung** der eventuellen Schutzwürdigkeit der Toteisform-Ensembles im Kontext von Terrassen und Sedimenten spielt die Verteilung der Deltasedimente im Untergrund der mittleren Terrasse eine wesentliche Rolle. Wie oben dargestellt, keilen die foresets zum Beckenrand hin aus. Hier handelt es sich ~~hier~~ nicht mehr um eine Seeterrasse, sondern eine fluviale Argenterasse, die ursprünglich als Verebnung in die Eiszerfallssedimente eingeschnitten wurde. In anderen Worten: der beckenwärtige Teil der mittleren Terrasse ist eine Delta-Akkumulationsterrasse, die zum Beckenrand hin in eine fluviale Erosionsterrasse übergeht. Diese Einteilung gilt sinngemäss auch für die obere Terrasse.

In der Landoberfläche kommt dieser Unterschied zunächst nicht zum Ausdruck, da die gesamte mittlere Terrasse durch die fluvialen Prozesse der topsets überprägt ist. Dagegen ist für die Toteislöcher diese Unterscheidung bedeutsam. Im einen Fall erfolgen die Nachsackungen ausschließlich in Eiszerfallssedimenten, im anderen Fall sind Deltasedimente einbezogen. Somit wird verständlich, dass die tieferen Hohlformen eher am Beckenrand gefunden werden. Dazu kommt, dass grössere Eisblöcke am Beckenrand leichter einsedimentiert werden als in weiter beckenwärts gelegenen Bereichen. Hier überwiegen, mit zunehmender Mächtigkeit der Deltasedimente, immer unscheinbarere Elemente, die im Zuge des Abbaus weitgehend entfernt sind.

3.3 Empfehlungen

Gemäss der Neukartierung wird empfohlen, zusätzlich zu den tiefen Hohlformen am Krippelesbogen noch einige weitere mitteltiefe und seichte Toteis-Hohlformen der oberen und mittleren Terrasse in ihrem geomorphologischen Kontext zu schützen. Damit soll der Schutzwürdigkeit verschiedener Hohlform-Typen Rechnung getragen werden. Ferner wird angeregt, den endgültigen Abbaurand auf der mittleren Terrasse so zu legen, dass einige der mitteltiefen Toteisformen „im Anschnitt“, also als Aufschluss der nachgesackten Sedimente, sichtbar werden. Hier sollten auch die topsets und v.a. auch einige foresets, also fluviale und fluviolakustrine Schotterfazies, aufgeschlossen bleiben. Damit soll wie oben angedeutet, der landschaftliche Verlust durch Einblick in den Aufbau der Sedimente aufgewogen werden. Und schliesslich sollte das unterschützgestellte Areal der tiefen Toteislöcher nicht unmittelbar an deren Rand enden, sondern mindestens um einige Zehnermeter nach aussen verlegt werden.

Hinblickend auf den derzeit noch vorhandenen Bestand an Formen wird daher **vorgeschlagen**, ein geeignetes Ensemble mitteltiefer und seichter Formen auf der **oberen Terrasse** unter Schutz zu stellen, da eine ungestörte Terrassen-Toteis-Landschaft durch den Stand des Abbaus auf der mittleren Terrasse nicht mehr vollständig gegeben ist. Auf der **mittleren Terrasse** könnte das erweiterte Schutzareal um die tiefen Formen so gelegt werden, dass im Ergebnis die vorgesehenen Anschnitte mitteltiefer Formen zustande kommen (in diesem Bereich wird ein „geologisch begleiteter Abbau“ bis zu einer anschaulichen endgültigen Abbaukante

vorgeschlagen). In diesem Zusammenhang könnte ausserdem zumindest der Ostteil des kleinen Dünenvorkommens nördlich vom Krippelesbogen ebenfalls geschützt werden.

Im übrigen sei noch einmal darauf hingewiesen, dass dort, wo die mitteltiefen Toteislöcher in einem als Erosionsterrasse kartierten Bereich liegen, eine verminderten Kiesmächtigkeit zu erwarten ist. Anders als im Bereich mächtiger Deltaforesets ist hier ausserdem zu erwarten, dass von den Toteislöchern eine verstärkte Kiesverwitterung ausgeht, während die darunter teilweise vorhandenen subglazialen Kiese (oft als „schmutzige Kiese“ charakterisiert) zur Nagelfluh-Verbackung neigen werden.

Wie oben skizziert waren die weiter außen auf der mittleren Terrasse gelegenen Toteisformen, bedingt durch hohe Mächtigkeiten der Deltasedimente, eher unscheinbar. Dieser Teil ist ohnehin fast vollständig abgebaut, jedenfalls ist hier keinerlei ursprüngliche Terrassen- und Toteis-Landschaft mehr vorhanden. In geologische Hinsicht vorherrschend sind in diesem Bereich nicht mehr die Nachsackungen über Toteis, sondern die aus Überlagerung mächtiger Deltaschotter über ebenfalls mächtige unterkonsolidierte Sedimente des Vordeltas am Seeboden. Diese sind in den oben erwähnten stehengebliebenen „Sandstotzen“ noch erhalten.

Diese Sandstotzen dokumentieren nicht nur die beckenwärtige Zunahme von Sand und Feinsediment des Deltas, sondern enthalten ausserdem ein faszinierendes Spektrum von Sedimentstrukturen, einschließlich diamiktische und andere sedimentäre Gänge. Wie die Toteislöcher dokumentieren sie den Übergang von glazialen zu fluvial-lakustrischen Prozessen, aber eben unter den speziellen Bedingungen des Terrassen-Außenrandes.

Daher wird empfohlen, einen geeigneten Teil dieser Elemente ebenfalls zu schützen, einerseits weil sie einen fast lehrbuchhaften Einblick in verschiedene Sedimentstrukturen geben, andererseits als komplementäre Ergänzung zu den Aufschlüssen in Sackungsstrukturen am Innenrand des Abbaus (und wiederum als Ausgleich für die hier ohnehin schon verlorene Seeterrassen- und Toteis-Landschaft).

3.4 Zusammenfassung:

Die Toteislöcher und damit verwandte Sedimente und Formen der Tettnanger Terrassen wurden in drei Gruppen eingeteilt und wie folgt bewertet (vgl. hierzu Kartendarstellungen Neeb):

- (a) tiefe Toteislöcher am Innenrand der mittleren Terrasse, v.a. aus geomorphologischen Gründen schutzwürdig;
- (b) mitteltiefe Toteislöcher, als geomorphologisches Ensemble der oberen Terrasse noch erhalten und dort als schutzwürdig vorgeschlagen, sowie teilweise noch vorhanden auf der mittleren Terrasse und dort – je nach Abbaurand im Anschnitt – als schutzwürdig vorgeschlagen;
- (c) seichte Toteislöcher, als geomorphologische Elemente der oberen Terrasse noch erhalten und als schutzwürdig vorgeschlagen. Auf der unteren Terrasse bereits abgebaut, als Kompensation werden verschiedene Sandstotzen als schutzwürdig vorgeschlagen.

Abschliessend sei ausdrücklich hervorgehoben, dass hier nur aus einer geowissenschaftlichen Sicht bzw. aus der Sicht des eingangs skizzierten erd- und landschaftsgeschichtlichen Szenarios argumentiert wird (s.o., „Abfolge von Schichten, Diskontinuitäten und postsedimentären Veränderungen“). Auf eine landschaftsästhetische Bewertung einzelner Hohlformen wird ausdrücklich verzichtet, obwohl viele der Toteislöcher als ausgesprochen reizvolle Elemente perse erlebbar sind. Vielmehr wird hier ihre Besonderheit darin gesehen, als eindruckvollstes Teil eines ganzen Ensembles aus Sedimenten und Landschaftsformen den Übergang vom glazialen zum deltaischen und schließlich fluvialen Milieu zu dokumentieren.

4. Weitere Möglichkeiten

Durch die oben empfohlenen Massnahmen könnten einige Toteislöcher im Kontext der verschiedenen Terrassenarten (Seeterrasse, Erosionsterrasse), dazu fluviale Sedimente und Deltasedimente in verschiedener Fazies am Innen- und Außenrand der mittleren Tettninger Terrasse geschützt und somit für die aus wirtschaftlichen Gründen veränderte Landschaft ein guter Ausgleich geschaffen werden. Einige der erd- und landschaftsgeschichtlich wichtigen Prozesse sind jedoch innerhalb der Abbauflächen nicht oder nur durch Bohrungen erschliessbar, insbesondere fehlt ein anschauliches Beispiel für die Eiszerfallsformen und -sedimente.

Zwar sind im inneren Bereich der Terrasse derartige subglaziale Sedimente durch die fluviale Seitenerosion angeschnitten, aber eben auch in diesem Sinne geomorphologisch überprägt (mit Ausnahme der danach entstandenen Toteislöcher). Ein Aufschluss in diese Sedimente ist im Bereich der mittleren Terrasse weder vorhanden noch geplant. Daher sei noch kurz auf die Möglichkeit hingewiesen, entsprechende Vorkommen in der näheren Umgebung der Kiesabbau zu berücksichtigen, d.h. für diese ebenfalls eine längerfristige Erhaltung vorzusehen und sie mit jenen aus den Abbauen zu einer Art „erd- und landschaftsgeschichtlichen Pfad“ zu verknüpfen. Drei Beispiele (in Klammern die Entfernung zu den Abbauen):

(1 km) für Eiszerfallsformen und -sedimente: eine Gruppe von langgestreckten Schotterhügeln im Bereich der unteren Terrasse, die kleine, aber charakteristische Kames bzw. Oser darstellen. Einige kleinere Aufschlüsse der Sedimente wären mit geringem Aufwand herstellbar.

(1 km) für Seeboden-Feinsedimente: hier wäre eine dauerhafte Einrichtung eines Aufschlusses technisch schwierig, ersatzweise könnten geeignete Stellen auf der unteren Terrasse markiert werden, wo diese Feinsedimente in geringer Tiefe anstehen.

(3 km) zur Veranschaulichung des Eisvorstoßes könnten im angrenzenden Tettninger Drumlinfeld geeignete Lokalitäten ausfindig gemacht und entsprechend gekennzeichnet werden.

In diesem Zusammenhang sei auf die bei der Kartierung gefundenen Dünen hingewiesen. Zwar sind sie als geomorphologische Formen eher unscheinbar, ihre Kennzeichnung im Rahmen des geologischen Pfades würde sich jedoch anbieten. Eine Besonderheit der Düne am Nordende vom Krippelesbogens liegt darin, dass ein Teil des Flugsandes sich innerhalb des Toteislochs befindet, also vermutlich eingeweht wurde (dieses Areal gehört zur vorgeschlagenen Schutzzone um Krippelesbogen). Im genannten Szenario sind äolische Prozesse zumindest teilweise auch nach

der Hohlform-Entstehung erfolgt (also vermutlich jünger als „spätglazial“).

Offene Fragen: Trotz der intensiven Erkundung für das Gebiet des Tettninger Waldes lässt das hier vorgelegte Szenario noch eine Reihe von Fragen offen. V.a. ist anzumerken, dass keine der zahlreichen Bohrungen bis ins Liegende, d.h. in die Molasse, abgeteuft wurde. Dies ist jedoch für eine aus dem geologischen Kontext heraus argumentierende Bewertung eigentlich unerlässlich, die Referenz im Liegenden wurde nicht nachgewiesen.

Weitere Untersuchungen zur Präzisierung der Lithofazies und der räumlichen Abgrenzung der verschiedenen Einheiten (evtl. durch Univ. Tübingen):

- seismische Untersuchungen für eine dreidimensionalen Darstellung der Quartärbasis.
- Georadar-Untersuchungen der Sedimentstrukturen der Kiesvorkommen der unteren Terrasse, sowie zur Unterscheidung von Akkumulations- und Erosionsterrasse (mittlere Terrasse).
- Geoelektrische Untersuchungen zur Präzisierung der Aquiferbasis.

Anlagen / Verwendete Unterlagen:

Geologische und geomorphologische Kartierung der Toteislöcher und verwandter Formen im Tettninger Wald. – GeoBüro Neeb, Interner Bericht, Tübingen, Mai 2002.

Geologische Karte von Baden-Württ. 1 : 25000, Karte und Erl. Bl. 8323 Tettning, Stuttgart 1978.

**Geologisch-geomorphologische Kartierung der Toteislöcher und
ihrer Umgebung auf der mittleren Terrasse
Verfasser: IN Büro für Hydrogeologie, Tübingen**

IN Büro für Hydrogeologie
Inge Neeb Diplom-Geologin
Bei der Arbeitskelter 30
72070 Tübingen

15.05.02

**Projekt: Erweiterung des Kiesabbaus im
Tettlinger Wald**

**Geologisch - geomorphologische
Kartierung der Toteislöcher und ihrer
Umgebung auf der mittleren Terrasse**

Auftrag vom 23.05.2001

**Abb. 1
Geologisch – geomorphologische
Übersichtskarte des Argendeltas
1:50.000**

**Abb. 2
Geologisch – geomorphologische
Übersichtskartierung
Dokumentation der Toteislöcher und ihrer
Umgebung auf den mittleren und oberen
Tettlinger Terrassen 1:10.000**

**Abb. 3
Geologisch – geomorphologische
Detailkartierung
Dokumentation der Toteislöcher und ihrer
Umgebung auf der mittleren Tettlinger
Terrasse 1: 2.500**

**Abb. 4
Geologische Übersichtskartierung der 3
Tettlinger Terrassen. I. B. die Verteilung
der Deltasedimente im Untergrund der
mittleren Tettlinger Terrasse 1:10.000**

**Abb.5 (besteht aus 8 Seiten, Abb. 5.1 - 5.8)
Lage und lithofazieskundliche
Profilaufnahmen der Schürfe 1-14,
Dokumentation zum OS beim
Mariabrunner Sträßle**

Neb

Abb. 1
Tettnanger Wald
Geologisch – geomorphologische Übersichtskarte des Argendeltas
 Maßstab 1:50.000

Argensedimente und Formen



Jüngere Schotter - Schwemmkegel

Akkumulationsterrasse

Erosionsterasse

Seeboden - Verebnung

Glaziale Sedimente



Subglaziale Schotter

Drumlin

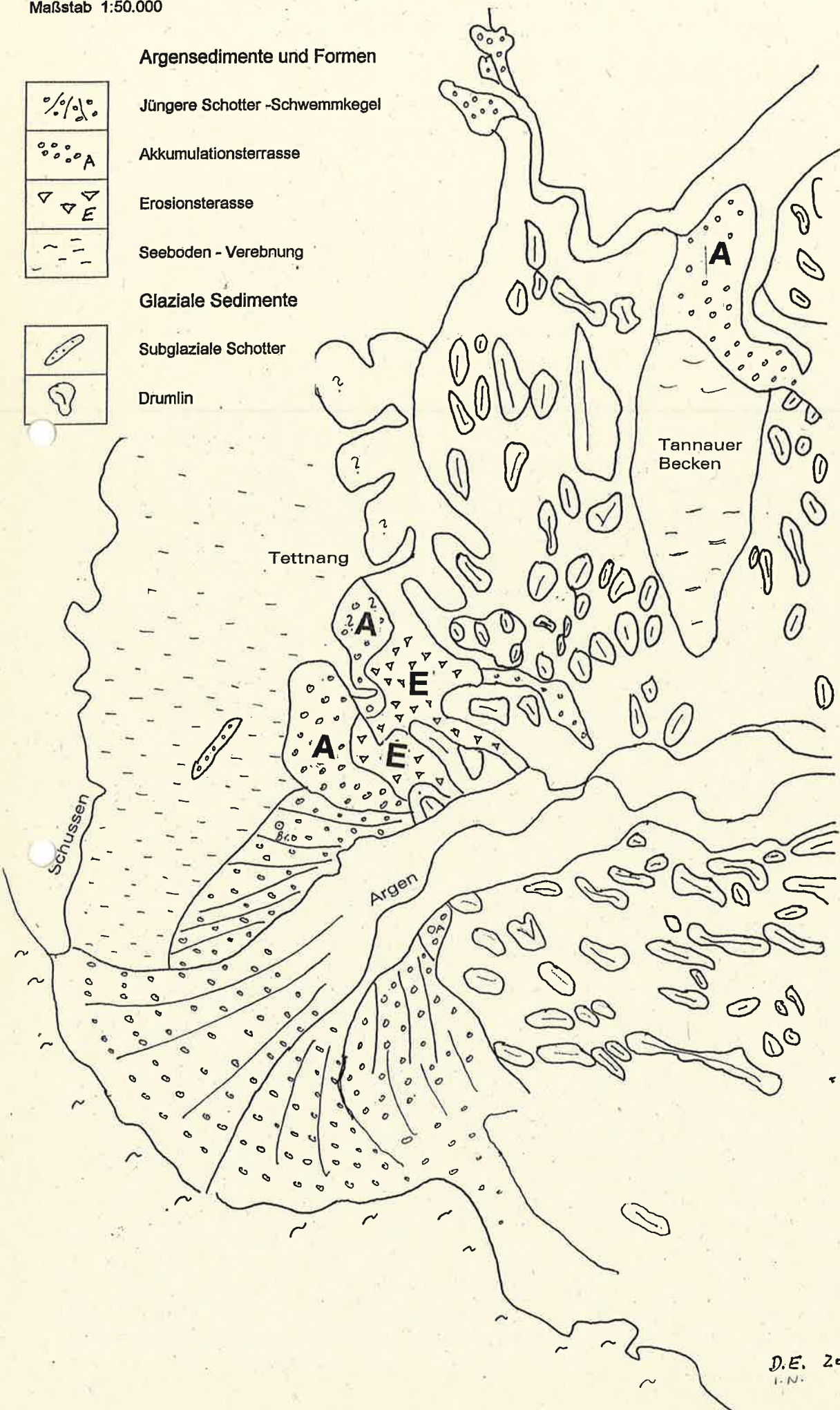


Abb. 2

Tettlinger Wald
Geologisch – geomorphologische Übersichtskartierung

Dokumentation der Toteislöcher und ihrer Umgebung
 auf der mittleren – und oberen Tettlinger Terrasse
 Vergrößerung der TK 8323 Maßstab ca. 1:10.000

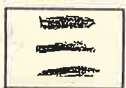


Vollformen auf der Terrassenverebnung
 evtl. Terrassenkante

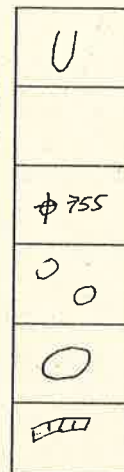
Element aus Sand (Düne)

Böschung der Erosionsstufe
 Böschung der Vollform
 Böschungskrone des Toteislochs

Tiefe des Toteislochs



tief 10 m – 18 m
 mitteltief 5 m – 10 m
 flach <5 m



Böschungs- / Hangformen VOLL
 Mittelsteile Nase, Grat,
 Rutschmassen, Insel

Terrassenverebnung flach
 „Nullniveau“

Grundwassermessstelle
 oder Bohrpunkt mit Archivnummer

Zone der diapirischen Strukturen
 Sandstößen (aus Photodoku.
 Barriere Abb. 2, GA Hydroisotop)

Diamikte
 im Schurf oder in Bohrungen

Abbaukante



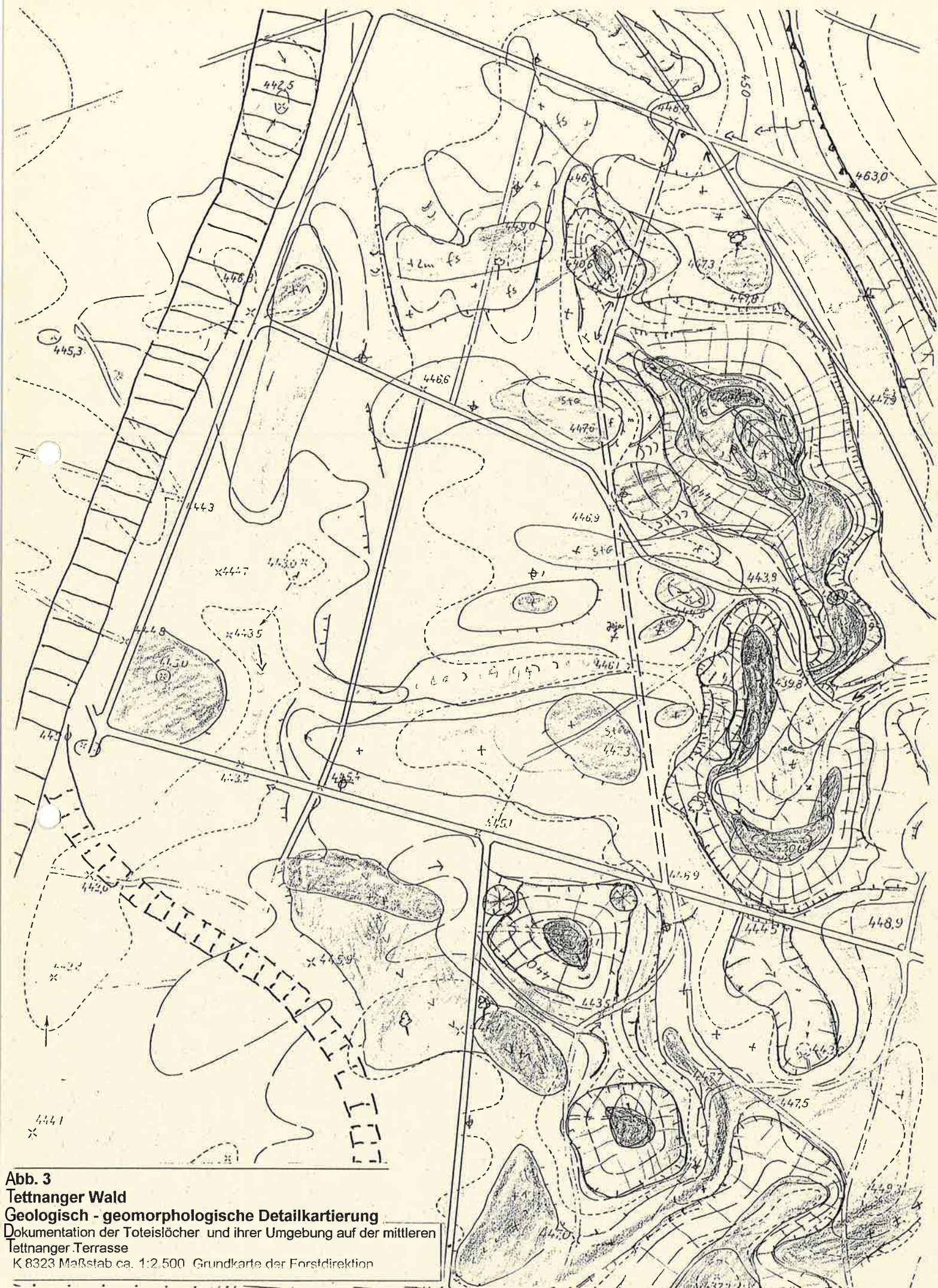
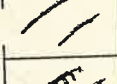
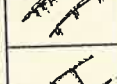
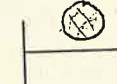
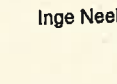


Abb. 3
Tettlinger Wald
Geologisch - geomorphologische Detailkartierung
 Dokumentation der Toteislöcher und ihrer Umgebung auf der mittleren
 Tettlinger Terrasse
 K 8323 Maßstab ca. 1:2 500 Grundkarte der Forstdirektion

Abb. 3

Tettnanger Wald Geologisch - geomorphologische Detailkartierung

Dokumentation der Toteislöcher und ihrer Umgebung auf der mittleren Tettnanger
Terrasse
TK 8323 Maßstab ca. 1:2.500 Vergrößerung der Grundkarte der Forstdirektion

	Vollformen auf der Terrassenverebnung evtl. Terrassenkante
	Böschungskante der Vollform oder der Terrasse
	Böschungskrone des Toteislochs oder der Hohlform
	Steilheit der Böschung steil mittel
	Böschungs- /Hangformen gleichmäßig steil fallend gleichmäßig mittelsteil fallend
	Böschungs- /Hangformen HOHL Mittelsteile Erosionsrinne, Fahrspur
	Böschungs- /Hangformen VOLL Mittelsteile Nase, Grat, Rutschmassen, Insel
	Hohlformboden / Sohlenumrandung
	Tiefenlage der Sohle <10m >10m
	Terrassenverebnung flach Nullniveau
	Flache Hohlform am Toteislochrand Terrassenverebnung ist flach geneigt, gestört durch Toteisloch in der Nähe oder flache Hohlform auf der Terrassenebene im Topset
	Grundwassermeßstellen
	Element aus Sand (Düne)

Inge Neeb

Abb. 4

Tettninger Wald

Geologische Übersichtskartierung der 3 Tettninger Terrassen. Die Verteilung der Deltasedimente im Untergrund der mittleren Tettninger Terrasse war dabei von bes. aktuellem Interesse.
Grundlage der Karte: Abb.3, Schürfe, Lithofazies Bohrkernaufnahmen und Stellungnahme von Dr. Ellwanger LGRB vom Mai 2002

Vergrößerung der TK 8323 Maßstab ca. 1:10.000



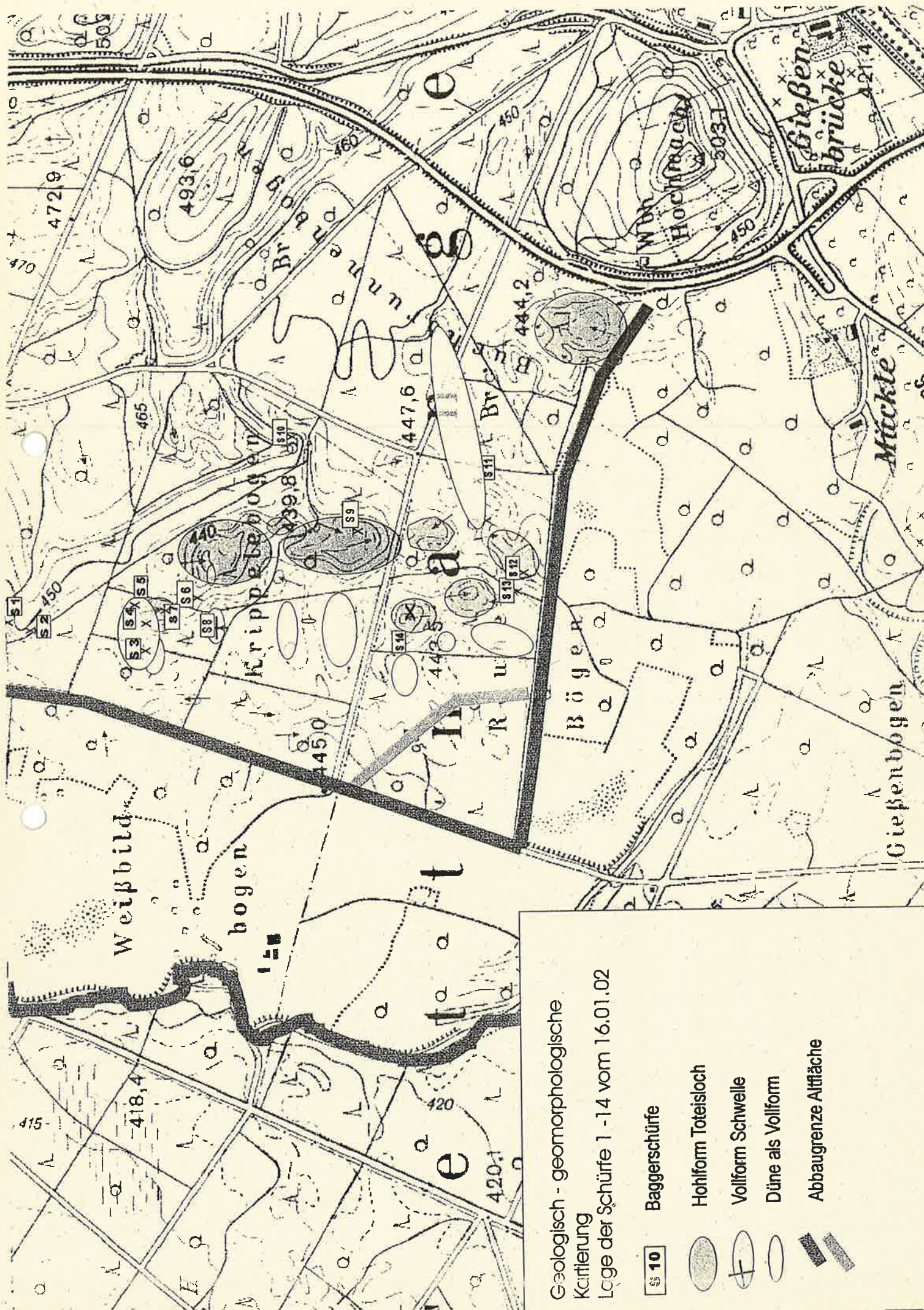
Tettnanger Wald

Geologische Übersichtskartierung der 3 Tettnanger Terrassen. Die Verteilung der Deltasedimente im Untergrund der mittleren Tettnanger Terrasse war dabei von bes. Interesse

Akkumulationsterrasse (Topset über Foreset) mit
Abgrenzungsversuch zur Erosionsterrasse (Topset über
subglazialen Sedimenten)

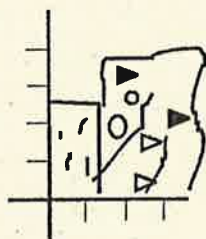
Grundlage: Lithofazies Bohrkernaufnahmen und Stellungnahme von
Dr. Ellwanger, (LGRB), geomorphologische Kartierung und Schürfe

ARNUM	Zeit und Nr. der Bohrung	Mächtigkeit der Delta- und Topsetsedimente bzw. der fluvialen Schotter	Angaben zur Lage
			Akkumulationsterrasse A Erosionsterrasse E Übergangsbereich Ü Fan auf der unter. Terrasse F
2000			
727	1	12	E
728	2	0	E (subglazial)
729	3	7	E
730	4	6	Ü
755	5	27	A
756	6	16	A (+Ü)
757	7	22	A
758	8	6	A - Ü
759	9	30	A
760	10	24	A - Ü
761	11	28	A
762	12	22	A
763	13	12	E - Ü
2001			
783	1	0	E - Ü (subglazial)
784	2	6	A
785	3	> 18	F
786	4	20	F
787	5	5	Barriere
788	6	12	A
789	7	10	A
790	8	> 15	F
791	9	18	F
792	10	0	Barriere oder Vordelta
793	11		E
794	12	13	E
795	13	20	A - Ü
796	14	3	E (subglazial)



R 35 43 710
H 52 78 837

1



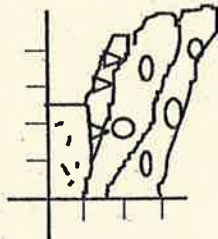
sf // ge Hanglehm
Delta - Foresets
x Gp, xDcp // gr



Weg

R 35 43 670
H 52 78 785

2



sf // ge
Dc // gegr

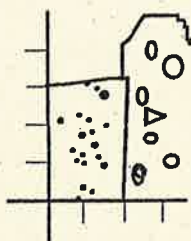
xGm, Delta - Foresets

Einfallen der Foresets entspricht
Einfallen des Hanges

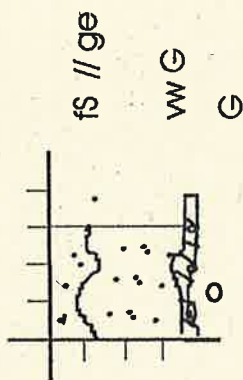
Foresets der oberen Terasse

Geologisch - geomorphologische Kartierung
Baggerschürfe 1-14 vom 16.01.02
Teffnanger Wald
Lithofazies-Aufnahme Dr. D.Ellwanger, LGRB

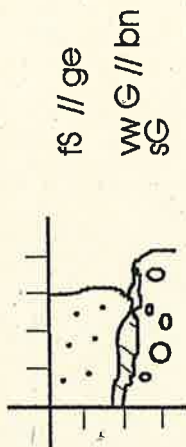
3 R 35 45 564
H 52 78 516



4 R 35 45 564
H 52 78 516



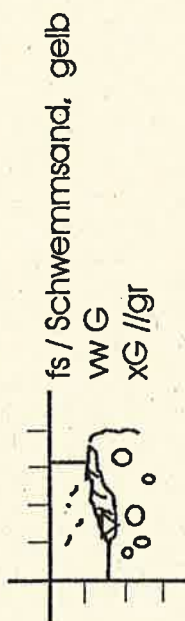
5 R 35 45 564
H 52 78 516



Geologisch - geomorphologische Kartierung
Baggerschürfe 1-14 vom 16.01.02
Tiefhanger Wald
Lithofazies-Aufnahme Dr. D. Ellwanger, LGRB

R 35 43 765
H 52 78 421

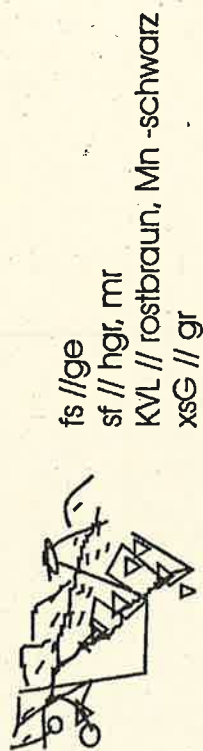
6



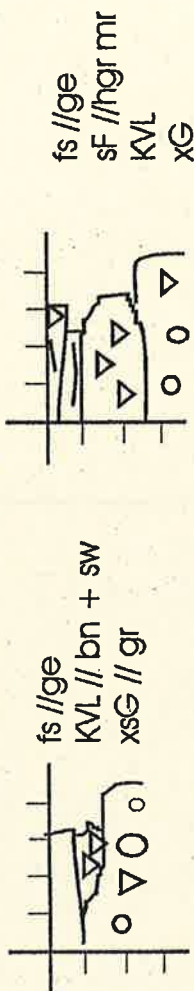
7 R 35 43 730
H 52 78 463

E

W

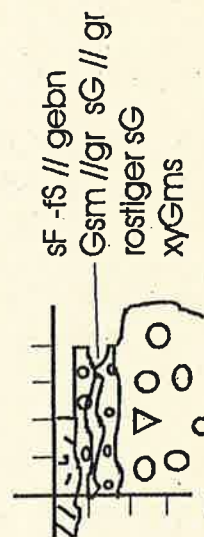


Ostrand
des Totellochs



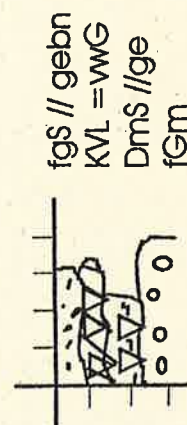
R 35 43 724
H 52 78 493

8



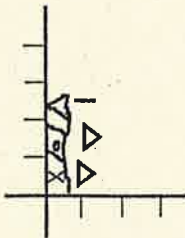
R 35 43 810
H 52 78 120

9



(3,8)

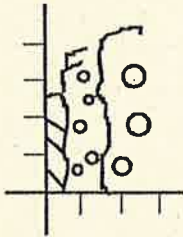
10 R 35 44 080
H 52 78 150



Lg // bn
Dm // gngr
subglazial

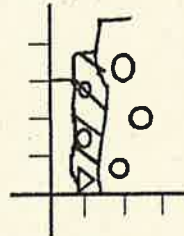
11

R 35 43 970
H 52 77 800



ca 1,5 m tiefgründig verwittert vw G
xG
Topset

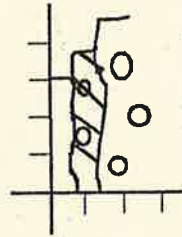
12 R 35 43 740
H 52 77 780



vw (sF) // gebn
vw G // gebn
xG
Topset

13

R 35 43 710
H 52 77 785



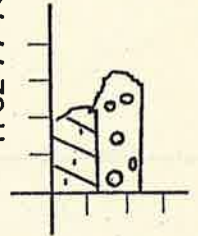
SF // gebn
vw G // gebn
xG
Topset

13

12

14

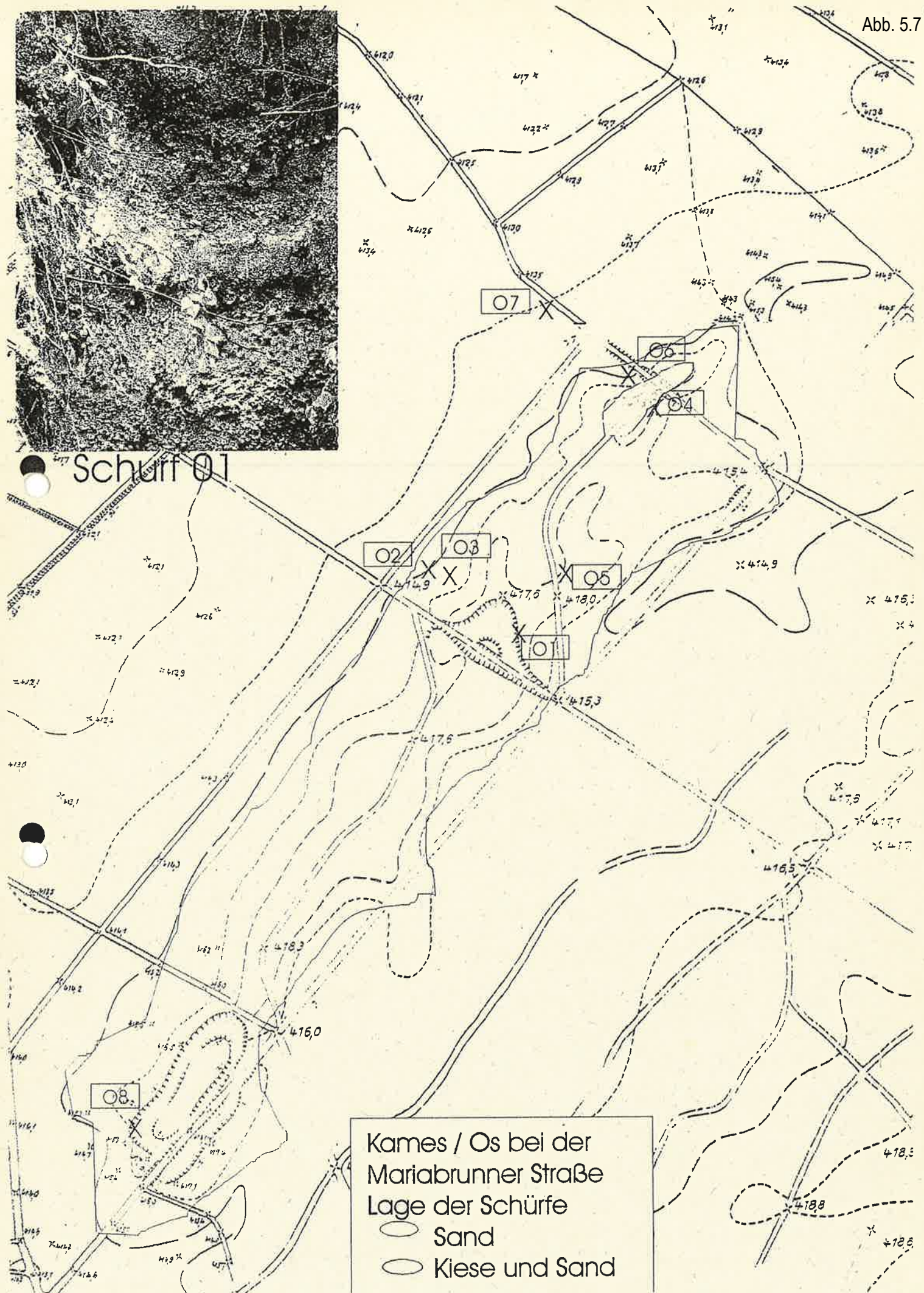
R 35 43 630
H 52 77 785



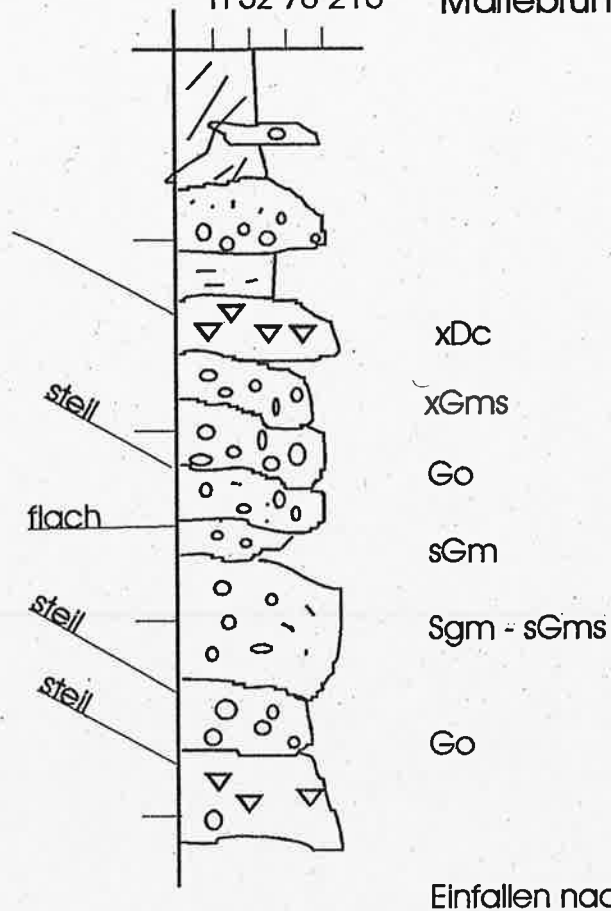
Ts Lehm
fauler Kles xy



Schurf 01



01

R 35 41810
H 52 78 210Schurf 01
Mariebrunner SträBe

Viele Komponenten mit CaCo 3 - Bezügen
Kristallin

Geologisch - geomorphologische Kartierung
Baggerschürfe 1- 8 vom 18.07.01
Tettlinger Wald - Untere Tettlinger Terrasse
TK 8323
Lithofazies-Aufnahme Dr. D.Ellwanger, LGRB