

Ältere glaziale und interglaziale Ablagerungen in der Gegend von Grandson und Les Tuileries

Autor(en): **Jordi, Hans Andreas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **1 (1996)**

Heft 2

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-219186>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ältere glaziale und interglaziale Ablagerungen in der Gegend von Grandson und Les Tuileries

mit 2 Figuren, 7 Beilagen und Anhang A bis D

HANS ANDREAS JORDI*

Zusammenfassung

Prä-Würm-glaziale und -interglaziale Ablagerungen sind im westschweizerischen Mittelland eine Seltenheit. In der Gegend von Grandson wurden sie erst durch künstliche Aufschlüsse (Wasserstollen 1894, Schieferkohleabbau 1942-44) unter Gehängeschutt bekannt und später während des Baus der Autobahn N5 gut aufgeschlossen.

Anfänglich glaubte man, es handle sich um Riss/Würm-interglaziale Sedimente. Neuere Pollenuntersuchungen (Welten 1988) zeigen jedoch, dass sie wahrscheinlich während des Mindel/Riss-Interglazials abgelagert wurden.

Da die damaligen künstlichen Aufschlüsse heute nicht mehr vorhanden sind, wurden publizierte, unveröffentlichte und eigene Beobachtungen für diesen Bericht zusammengestellt und zum Teil neu interpretiert.

Über der erodierten Molasse-Oberfläche (oberes Chattien und Aquitanien) liegt eine alte Grundmoräne (Mindel?). Nach Rückzug des Gletschers entstand in dieser Jurafuss-Gegend ein See, der allmählich durch feinklastisches Material (Tone/Silt) aufgefüllt wurde. In den entstandenen untiefen Stellen auf einer Höhe von ca. 470 bis 484 m ü.M. bildete sich dann Seekreide und bei Grandson lagerte sich organisches Material ab, das später zu Schieferkohle wurde. Darüber folgen fluvio-glaziale zum Teil auf fluvio-lakustrine Schotter und Sande mit Molluskenresten, die nach Pollenbestimmungen vermutlich bis ins «Früh-Riss?» reichen. Eine eigentliche Riss-Moräne fehlt oder wurde während der Riss/Würm-interglazialen Erosionsphase abgetragen.

Über diesen älteren glazialen und interglazialen Ablagerungen liegt diskordant die Grundmoräne der letzten Vergletscherung (Würm). In dieser Grundmoräne ist über Grandson auf einer Höhe von ca. 490 m ü.M. eine interstadiale fluvio-glaziale dünne Schotter/Sand-Einlagerung vorhanden.

Résumé

Les dépôts glaciaires et interglaciaires antérieurs au Wurm ne sont pas fréquents en Suisse occidentale. Dans la région de Grandson toutefois, de tels dépôts étaient connus depuis longtemps grâce à des travaux souterrains (galerie de captage 1894, exploitation de charbons feuilletés 1942-1944) et ils ont, plus récemment, été temporairement visibles lors de la construction de l'autoroute N5. Après avoir été tout d'abord attribués à l'interglaciaire Riss-Wurm, ces sédiments ont pu être datés de l'interglaciaire Mindel-Riss? grâce à l'analyse palynologique (Welten 1988).

Le présent travail rassemble et ré-interprète en partie les anciennes observations publiées, ainsi que les nouvelles données acquises tant en sondages et qu'en surface.

Au-dessus de la surface érodée de la Molasse (Chattien supérieur et Aquitanien), repose une moraine de fond ancienne (Mindel?). Après la fonte du glacier, un lac s'est installé dans ce secteur du pied du Jura: du matériel détritique fin (argile et silt) s'y est sédimenté tout d'abord, suivi de craie lacustre vers une cote de 470-484 m.s.m. Près de Grandson, ce sont des restes organiques qui se sont aussi accumulés et qui sont ensuite devenus les charbons feuilletés. Au-dessus, viennent des sédiments fluvioglaciaires qui, localement, peuvent reposer sur des graviers fluviaux et des sables lacustres à mollusques, lesquels datent probablement du «Riss précocé?» d'après la palynologie. On ne constate pas la présence d'une véritable moraine du Riss: elle n'a pas été déposée ou alors elle fut érodée au cours de l'interglaciaire Riss-

* Halen 31, CH-3037 Herrenschwanden

Wurm. La moraine de fond de la dernière invasion glaciaire (Wurm) repose en transgression sur les anciens sédiments glaciaires et interglaciaires. De plus, la moraine de fond wurmienne comprend, au-dessus de Grandson à la cote 490 m environ, une intercalation de sables et graviers fluvioglaciaires déposés au cours d'un interstade, dont l'âge n'est pas précisé.

1. Einleitung

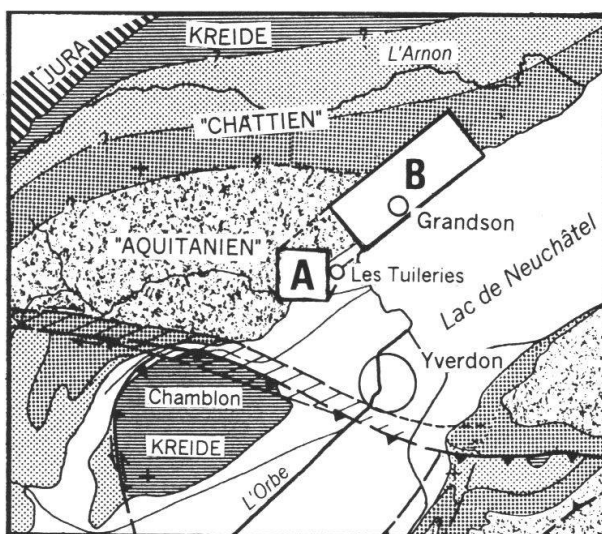
Vorkommen von Schieferkohle (Lignite) und Seekreide, eingelagert zwischen Moränen oder Schottern des Pleistozäns im Alpenvorland, sind für die Erforschung der Klimageschichte der Eiszeit besonders wichtig. Das Problem, vor allem bei isolierten Vorkommen, ist jeweils ihre Position in der Sequenz der verschiedenen Gletschervorstösse ins Mittelland und natürlich ihr genaueres Alter. Im schweizerischen Mittelland handelt es sich meistens um interstadiale Ablagerungen während Warmzeiten innerhalb der letzten Eiszeit (Würm-Kaltzeit) oder um Sedimente der interglazialen Warmzeit Riss/Würm.

Die radiometrischen Alter einer ganzen Anzahl verschiedener Schieferkohlevorkommen, die sich über eine Zeitspanne von 60'000 bis 30'000 Jahre BP erstrecken, zeigen, dass das Alpenvorland auch während der Würm-Kaltphase längere Zeit eisfrei war und die Gletscherzungen sich bis in den inneralpinen Raum zurückzogen (Schlüchter et al. 1995). Allgemein wird heute angenommen, dass die Würm-Kaltzeit vor rund 100'000 Jahren begann und vor etwa 14'500 Jahren zusammenbrach.

Bedeutend seltener sind aber mit einiger Sicherheit datierbare Ablagerungen der älteren Eiszeiten, nämlich Riss, Mindel oder Günz, und der entsprechenden interglazialen oder interstadialen Erwärmungsphasen. Die Schieferkohle des Gebiets von Grandson, die auf Grund des Pollenspektrums dem Mindel/Riss-Interglazial zugeordnet wird, ist deshalb von besonderer Bedeutung.

2. Bisherige Untersuchungen

Als einer der wenigen Fundorte von wahrscheinlich älteren interglazialen Ablagerungen und prä-Würm-Moränen in der Westschweiz ist die Gegend von Grandson für die Quartärgeologie von Bedeutung.



- A Geologische Kartenskizze Grube 'Les Tuileries' (Beilage 1)
- B Geologische Kartenskizze 'Grandson' (Beilage 4)

Fig. 1: Übersichtskarte

Ende des letzten Jahrhunderts wurde bei der Grabung eines Wasserstollens am Steilhang über Grandson Schieferkohle gefunden (Renevier 1894), die nach Früh & Schröter (1904) interglazial sein könnte. Jeannet (1923) befasste sich eingehend mit diesen Funden und betrachtete sie als jüngste interglaziale Ablagerung vor der letzten Vergletscherung (Würm).

Zwischen 1942 und 1944 wurden diese Kohleschichten, die zwischen Tonen über einer älteren Grundmoräne liegen und von Schotter und der Würm-Moräne überlagert sind, in Galerien ausgebeutet. Im Endrapport über den Abbau stellt Badoux (1945) auch die über den Kohlehorizonten liegenden Schotter ins Riss/Würm-Interglazial und bezeichnet die darunterliegende «alte Moräne» als Riss-Moräne. Auch die Interpretation der Pollenprofile aus Minenproben (Luedi 1953, Weidmann 1968) scheint diese Alterszuweisung noch zu bestätigen.

Die Resultate einer 1982 bei Grandson abgeteuften Kernbohrung (Arn 1984, Welten 1988) zeigen jedoch, dass die kohleführenden Ablagerungen vermutlich nicht dem Riss/Würm-, sondern wahrscheinlich dem älteren Mindel/Riss-Interglazial zuzuordnen sind.

An der Oberfläche sind diese kohleführenden interglazialen Ablagerungen an den Steilhängen über Grandson durch Gehängeschutt und -lehm verdeckt.

Zwischen Grandson und Les Tuileries erwähnte Bertschy (1958) erstmals interglaziale Schotter entlang des Küstensteilhanges. In einer grossen Schotter/Sand-Grube über Les Tuileries beschreiben Jayet & Portmann (1960, 1966) Profile einer interglazialen Ablagerung, die transgressiv von einer dünnen Würm-Grundmoräne überlagert ist und über einer kiesigen «Riss»-Moräne (wahrscheinlich Mindel) liegt. Auch Arn erwähnt diese horizontal gelagerten Schotter/Sande am Süden der Grube sowie Seekreide und weissliche Tone in einem Autobahnaufschluss östlich der Grube über Fiez Pittet, die nach Pollenbestimmungen (80% Abies) interglazial sein müssen und ebenfalls durch die Grundmoräne der letzten Vergletscherung diskordant überlagert sind.

Für kurze Zeit waren sehr gute Aufschlüsse solcher interglazialer Ablagerungen während des Baus der Autobahn N5 und des Abbaus der Schottergrube ca. 2 km südwestlich von Grandson über **Les Tuileries** vorhanden. Heute sind diese Autobahneinschnitte leider wieder zugedeckt, die Schottergrube ist grösstenteils eingefüllt.

Dieser Bericht wurde zum Zweck erstellt, diese Beobachtungen zusammen mit publizierten Daten und Resultaten von Sondierbohrungen für die Autobahn N5 festzuhalten und zu interpretieren (Beilagen 1 bis 3, Anhang A+B).

Im weiteren drängte sich ein Vergleich mit den ähnlichen, jedoch schieferkohleführenden interglazialen Ablagerungen bei **Grandson** auf. Auch hier wurden Daten von publizierten und unveröffentlichten Berichten, Informationen von Sondierbohrungen (Bau N5, Doppelspurausbau SBB und Kohleabbau) sowie eigene Beobachtungen von temporären Aufschlüssen (Baugruben, Kanalisationen) zusammengestellt und zum Teil neu interpretiert (Beilagen 4 bis 7, Anhang C+D).

3. Stratigraphie

3.1 Molasse

Die älteren glazialen Ablagerungen liegen direkt auf einer erodierten Molasse-Oberfläche, die nördlich von Grandson ober-chattisches und etwas weiter südlich aquitanes Alter hat. Natürliche Molasseaufschlüsse sind nur sporadisch vorhanden und meist schlecht.

Im Bach Le Repuis, nördlich von Grandson, sind dunkle Mergel mit grauen glimmerreichen Sandsteinhorizonten mit etwas Gips der Serie «Grès et marnes gris à gypse» (oberes Chattien) aufgeschlossen. Im Aufschluss 540.07/185.12 (Bertschy 1958, Originalkarte) fand Oertli (1956) ober-chattische brackische Ostrakoden (Koordinaten 540.13/185.07 in Oertli 1956 sind ungenau).

Im Flüsschen Le Grandsonnet, südlich von Grandson, sind an einigen Stellen gelblich-grüne Mergel, gelegentlich rötlich gefleckt, und graugrüne Sandbänke der «Grès et marnes bigarrés» (Aquitaniens) anstehend, und zwar zwischen 538'64/184'38 (mehr oder weniger horizontal) und 538'87/184'37 (5 bis 7 Grad südliches Einfallen). Im Unterlauf bei 539'09/184'40 fand Bertschy (1958, Originalkarte) nichtleitende Charophyten (Koordinaten im Text ungenau).

Südlich von Les Tuileries sind kleine Aufschlüsse aquitaner Molasse am Südufer der La Brine (537'17 bis 537'30/182'94) vorhanden.

Weitere künstliche Aufschlüsse (Baugruben, Stollen) sind in Anhang B und D aufgeführt.

Die folgenden Sondierbohrungen (Anhang A+C) erreichten

- oberes Chattien («Grès et marnes gris à gypse»): CFF1, CFF6, NE2, Gr4, Gr37, Gr39;
- Aquitanien («Grès et marnes bigarrés»): Y12, Y118, Y119, ME-1, CFF24, NE5, K-3.

3.2 «Alte Grundmoräne» (Mindel?)

Direkt über der erodierten Molasse-Oberfläche liegt eine «alte Grundmoräne», die nach Welten's Pollenbestimmungen (1988) der darüberliegenden Sedimente vermutlich von der Mindel-Vergletscherung zurückgelassen wurde.

Bereits Jeannet (1923) beschreibt bei **Grandson** (Anhang C+D) diese «alte Moräne» über der Molasse im Flüsschen Le Grandsonnet, wo heute noch an verschiedenen Stellen kleine Aufschlüsse von typisch dunkler toniger Grundmoräne mit fast nur alpinen Geröllen verschiedener Grösse sichtbar sind. Auch im Bach Le Repuis liegt diese «alte Grundmoräne» über ober-chattischer Molasse und kann nach Bertschy (1958, Originalkarte) bis zum Punkt 539'84/185'17 bachaufwärts gefunden werden.

In der Schieferkohlemine und in den dafür ausgeführten Sondierbohrungen liegt die «alte Grundmoräne» überall unter den interglazialen Ablagerungen (Beilage 7).

Auch in der Gegend von **Les Tuileries** (Anhang A+B) wurde in Sondierbohrungen die typisch dunkelgrau-braune kiesführende Grundmoräne unter den lakustrinen Sedimenten angetroffen. Entlang des Steilhangs zwischen Les Tuileries und Grandson ist diese «alte Moräne» etwa 8 bis 12 m mächtig, reduziert sich aber weiter nordwärts auf etwa 6 m. Auch in nordwestlicher Richtung nimmt die Mächtigkeit infolge Erosion vor Ablagerung der Würm-Grundmoräne rapid ab.

Wo interglaziale Ablagerungen fehlen und die Würm-Moräne auf der «alten Moräne» direkt aufliegt, ist eine Unterteilung kaum mehr möglich.

3.3 Lakustrine Ablagerungen

Über der «alten Grundmoräne» folgen lakustrine Ablagerungen, die, wie schon erwähnt, dem Mindel/Riss-Interglazial zuzuordnen sind. Von diesen vorwiegend tonigen, leicht verwitterbaren Sedimenten gibt es keine natürlichen Aufschlüsse. An den Steilhängen sind sie überall durch Gehängeschutt der darüberliegenden Schotter/Sande und Würm-Moräne bedeckt.

In künstlichen Aufschlüssen (Bau N5) und Sondierbohrungen bei **Les Tuileries** sind diese tonigen Sedimente im untern Teil dunkelgrau mit zyklischen Einlagerungen von feinklastischen Horizonten, eine typische Ablagerung in ruhigem Wasser. Im oberen Teil dagegen sind sie hellgrau bis weisslich mit beige-braunen Einlagerungen von Seekreide und dunkleren kohligen Horizonten. Nach Arn (1984) lassen Pollenbestimmungen (80% Abies) auf eine interglaziale Ablagerung schliessen. Die Schichtung ist mehr oder weniger horizontal. Der Übergang von den lakustrinen Ablagerungen zu den darüberliegenden Schottern/Sanden ist markant. Eine dazwischenliegende Erosionsphase könnte möglich sein. Schieferkohlebänke wie in der Mine von Grandson fehlen bei Les Tuileries.

Die Mächtigkeit von ca. 15 m entlang des Steilhangs über Les Tuileries reduziert sich allmählich in nordwestlicher Richtung, vermutlich durch «onlap» an die alte Grundmoräne. Nach ca. 300 m, am östlichen Rand der Schottergrube, keilen diese Sedimente völlig aus.

Bei **Grandson** enthalten die lakustrinen Sedimente auch Schieferkohlehorizonte (Beilage 7), die erst durch den Bau eines Wasserstollens (Renevier 1894) bekannt und später im Detail von Jeannet (1923) beschrieben wurden. Dank des Schieferkohleabbaus (1942-44) und der dafür ausgeführten Sondierbohrungen (K-1 bis K-9) sowie der Bohrung W-1 sind detaillierte lithologische Profile publiziert und ist über die Alterszuweisung diskutiert worden (Badoux 1945, Fehlmann 1947, Jayet & Portmann 1960, Arn 1984 und Welten 1988; siehe auch Beilage 7).

Nordöstlich von Grandson, bei Le Verger, werden diese Ablagerungen mehr und mehr sandig mit kiesigen Einlagerungen und sind kaum mehr von den darüberliegenden fluvio-lakustrinen Schotter/Sanden zu unterscheiden.

Diese lakustrinen Sedimente sind am Steilhang über Grandson noch ca. 7 m dick, reduzieren sich auf 5 bis 2 m in der Kohlemine und fehlen weiter nordwestlich völlig infolge Erosion vor Ablagerung der Würm-Moräne.

3.4 Schotter/Sande

Über den im untiefen Wasser abgelagerten seekreidehaltigen lakustrinen Sedimenten folgt eine Serie von Schottern mit Sandeinlagerungen. Der Kontakt ist recht scharf, aber konkordant. Die Schichtung beider Sedimente ist praktisch horizontal und lässt daher vermuten, dass auch diese fluvio-glazialen, zum Teil wahrscheinlich auch fluvio-lakustrinen Sedimente dem Mindel/Riss-Interglazial angehören. Sie werden transgressiv überlagert durch die Würm-Grundmoräne.

Im untersten Teil haben die Schotter tonig-lehmige Bindemittel und sind etwas weniger gerundet, gelegentlich auch kantig, einer kiesigen Grundmoräne ähnlich.

Während des Baus der N5 und des Abbaus der Grube **Les Tuileries** waren diese Schotter/Sande gut aufgeschlossen. Sie sind von Jayet & Portmann (1960/66) sowie von Arn (1984) beschrieben worden (siehe auch Anhang B).

Die Mächtigkeit reduziert sich von ca. 10 m im Osten auf ca. 4 bis 5 m im Westen der Grube; weiter gegen Nordwesten wurden diese Schotter/Sande vor Ablagerung der Würm-Grundmoräne völlig erodiert.

Südlich des La Brine Tals wurden die gleichen Schotter/Sande in einer Grube über Montagny abgebaut.

Nordwärts lassen sich die Schotter/Sande am Steilhang gegen Grandson verfolgen, bei Punkt 538.3/183.8 (Jolimont) sind sie wie «Nagelfluh» verfestigt, in einer heute überwachsenen Grube (539.00/184.31) wurden sie früher abgebaut (Anhang D).

Im Tal des Grandsonnet lassen sich die Schotter nur durch Lesesteine vermuten, sind aber weiter westlich von der Sondierbohrung Gr2 zwischen 460 und 464 m ü.M. durchteuft worden.

In der **Mine von Grandson** formten diese Schotter teilweise das Dach der Galerien. In den Probebohrungen K-7 und K-8 (Badoux 1945) fand man 1 bis 4 m davon über den zum Teil kohleführenden lakustrinen Sedimenten.

In einer Kernbohrung nördlich der Mine (Welten 1988) wurden die Schotter auf der Höhe von 481.2 bis 482.5 m durchbohrt. Die Bohrung zeigte über diesen Schottern nochmals eine dünne Seekreideschicht (1.2 m) mit einem Schieferkohlehorizont, die Welten als «Früh-Riss?» bezeichnet, das heisst, dass sie während des Mindel/Riss-Interglazials abgelagert wurde (Beilage 7).

In einer heute eingedeckten Kies/Sand-Grube ca. 100 m nördlich des Friedhofs von Grandson fand Jeannet (1923) in den interglazialen Schotter/Sanden eine Molluskenfauna.

3.5 Würm-Grundmoräne

Über den von Erosion - während des Riss/Würm-Interglazials und durch den vorstossenden Würm-Gletscher - zum Teil verschont gebliebenen älteren glazialen Ablagerungen liegt transgressiv eine kiesige Grundmoräne der Würm-Vergletscherung, die an den Steilhängen über Grandson zum Teil etwas verrutscht sein kann. Weiter nordwestlich wird diese Moräne recht mächtig und liegt direkt der Molasse auf.

Über **Grandson** ist in dieser Grundmoräne auf einer Höhe zwischen ungefähr 490 und 494 m ü.M. ein interstadialer sandiger, ca. 2 bis 5 m dicker fluvio-glazialer

Schotterhorizont eingelagert, der gelegentlich zu einem Konglomerat verfestigt ist. Bereits Jaccard (1893) erwähnt diese Schotter über dem Grandsonnet Tälchen und glaubt an ein post-glaziales Alter. Jeannet (1923) beobachtete die gleichen Schotter bei Revelin unterhalb der Geländekante und vermutete es seien die selben, die Renevier (1894) im Puits «Vautier» erwähnt, und daher interglazial. Auch Bertschy (1958) kartierte sie in dieser Gegend noch als «interglaziale Ablagerung». In der Bohrung K-1 wurden die Schotter zwischen 494 und 492 m durchbohrt; Badoux nimmt hier ebenfalls noch ein interglaziales Alter an und bezeichnet die darunterliegende Moräne als «Riss». Beides muss heute revidiert werden.

Sondierbohrungen und Aufschlüsse während des Baus der Autobahn sowie die gegenwärtige Kartierung dieser Gegend zeigen eindeutig, dass diese Schotter, die ungefähr 10 bis 15 m über der Basis des Würm-Gletschers liegen, eine interstadiale Würm-Ablagerung sind und nicht den interglazialen Schotter/Sanden im Dach der Kohlemine oder in der Grube (539'00/184'31) über dem Südhang des Grandsonnet Tals gleichgestellt werden können, wie es Bertschy (1958) auf seiner Karte zeigt. Diese interstadialen sandigen Schotter der Würm-Moräne lassen sich vom Autobahnviadukt über dem Grandsonnet Tälchen bis in die Gegend über der ehemaligen Kohlemine verfolgen (Anhang C+D, Beilage 6, Profile 3 und 4).

4. Überblick Schichtfolge und Alter

- Die hier verwendete Alterszuweisung der «alten Grundmoräne» als Mindel-Moräne und des darüberliegenden «Interglazials» als Mindel/Riss-Interglazial basiert auf der pollenanalytischen Untersuchung einer 1982 abgeteuften Kernbohrung im nördlichen Schieferkohle-Gebiet von Grandson (Welten 1988). Eine definitive Alterszuweisung dieser Ablagerungen sei den Quartär-Geologen überlassen.
- Die für die Westschweiz sehr seltenen Funde von wahrscheinlich älteren glazialen und interglazialen Ablagerungen wurden vermutlich durch den unmittelbar südlich liegenden 600 m hohen Kalkriegel Mont de Chamblon vor der Erosion durch den späteren Würm-Gletscher geschützt.
- Vergleich dieser Pleistozänen Ablagerungen bei Grandson und bei Les Tuileries (Fig. 2).
- Bereits dieser Vergleich zeigt, dass in der Gegend Les Tuileries/Grandson nach dem Rückzug des älteren Gletschers (Mindel?) auf dessen Grundmoräne ein grosser interglazialer See entstand. Dieser See wurde allmählich durch feinklastische Sedimente (vorwiegend Silt und Tone) aufgefüllt. An den nun entstandenen untiefen Stellen dieses Sees (auf einem Niveau zwischen 470 und 484 m ü.M.) lagerte sich neben Tonen vor allem Seekreide und bei Grandson auch organisches Material ab, das später zu Schieferkohle wurde.
- Die Ausdehnung dieses Sees ist noch ungewiss. Südlich von Yverdon sind bis jetzt noch keine Anzeichen bekannt. Auch die östliche Ausdehnung bleibt unklar, da Ablagerungen durch den Würm-Gletscher entlang des heutigen Neuenburgersees erodiert wurden. Nordwärts hat sich der See vermutlich bis La Lance erstreckt. Im Moment wird dieses Gebiet durch Prof. Wildi (Institut F.A. Forel, Versoix) untersucht.

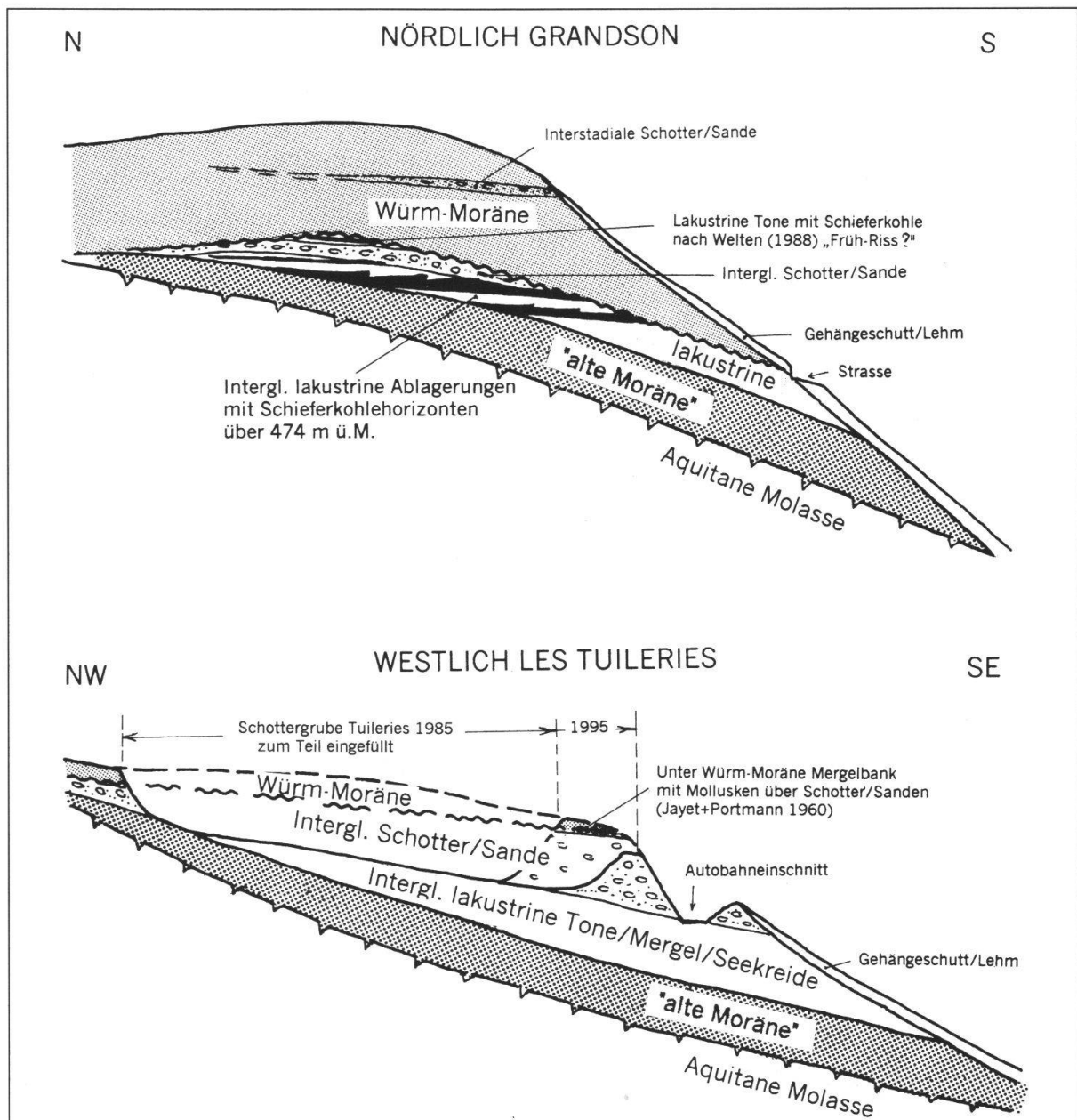


Fig. 2: Vergleich Pleistozäner Ablagerungen bei Grandson und Les Tuileries.

- Über diesen lakustrinen Ablagerungen folgen fluvio-glaziale und -lakustrine Schotter/Sande mit Einlagerungen von tonigen Linsen mit Molluskenresten. Bei Les Tuileries sind diese 10 m, in der Gegend von Grandson jedoch nur wenige Meter mächtig. Im nördlichen Teil der ehemaligen Kohlemine sind diese Schotter/Sande nochmals von einer dünnen Lage lakustriner Sedimente mit etwas Kohle überlagert, die Welten (1988) als «Früh-Riss?» bestimmte.
- Falls Welten's Alterszuweisung Mindel/Riss durch weitere Untersuchungen bestätigt wird, fehlt in der Gegend von Grandson eine eigentliche Riss-Moräne; sie wurde entweder nicht abgelagert oder nach der Riss/Würm-interglazialen Erosionsphase oder durch den Würm-Gletscher selber abgetragen.
- Die letzte Vergletscherung (Würm) hinterliess eine recht mächtige Grundmoräne, die diskordant über den älteren glazialen und interglazialen Sedimenten liegt.

Dank

Marc Weidmann übersetzte das Résumé und Peter Lehner schrieb die Einleitung; beiden meinen besten Dank für das Mitwirken.

Dank auch an das Bureau de construction des autoroutes in Lausanne, die Schweizerischen Bundesbahnen und das geologische Büro Norbert in Lausanne, die mir die Resultate der vielen Sondierbohrungen zur Verfügung gestellt haben.

Literatur

- ARN R. 1984: Contribution à l'étude stratigraphique du Pléistocène de la région lémanique. Thèse, Université de Lausanne.
- BADOUX H. 1942-45: Rapports géologiques inédits. Archives du Musée de Géologie Lausanne; Schweiz.Geol. Dokumentationsstelle Bern.
- BARBEY O. & DUNANT A. 1943: La mine de lignite de Grandson. Bull. tech. Suisse romande 1946.
- BERTSCHY R. 1958: Geologie der Kreide und Molasse in der Umgebung von Grandson. Eclogae geol. Helv. 51/2.
- FEHLMANN H. 1947: Der schweizerische Bergbau während des zweiten Weltkrieges. Bureau für Bergbau. Eidg. Kriegs-Industr.- u. Arbeits-Amt; Schweiz.Geol. Dokumentationsstelle Bern.
- FRÜH J. & SCHRÖTER C. 1904: Die Moore der Schweiz. Beiträge geol. Karte der Schweiz, Geotech. Serie Bd. 3, p. 501-509.
- JACCARD A. 1893: II. supplément à la description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois. Beiträge geol. Karte der Schweiz, N.F. 7.
- JAYET A. & PORTMANN J.-P. 1960: Deux gisements interglaciaires nouveaux aux environs d'Yverdon. Eclogae geol. Helv. 53/2.
- 1966: Sur la présence de moraines rissiennes profondes dans le gisement quaternaire des Tuileries près d'Yverdon. Eclogae geol. Helv. 59/2.
- JEANNET A. 1923: Les charbons feuilletés de la Suisse occidentale. Mat. Carte géol. Suisse, Série géotechnique, 8ème livraison 501-509.
- JORDI H.A. 1955: Geologie der Umgebung von Yverdon. Beiträge geol. Karte der Schweiz, N.F. 99.
- LUEDI W. 1953: Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 27.
- OERTLI H.J. 1956: Ostrakoden aus der oligozänen und miozänen Molasse der Schweiz. Abh. schweiz. pal. Ges. Vol 74, p. 1-119.
- RENEVIER E. 1894: Sur un gisement de lignite interglaciaire au NW de Grandson. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. 30, p. XXVIII.
- SCHLÜCHTER CH. & RÖTHLISBERGER CH. 1995: 100'000 Jahre Gletschergeschichte. Symposium der schweiz. Gesellschaft für Gletscherkunde, Verbier 1993. Hochschulverlag ETH, Zürich 1995.
- WEIDMANN D. 1968: Analyse pollinique dans les lignites quaternaires de Grandson. Travail de diplôme de Géobotanique, Université de Lausanne.
- WELTEN M. 1988: Neue pollenanalytische Ergebnisse über das Jüngere Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän). Beiträge geol. Karte der Schweiz, N.F. 162.

Beilagen:

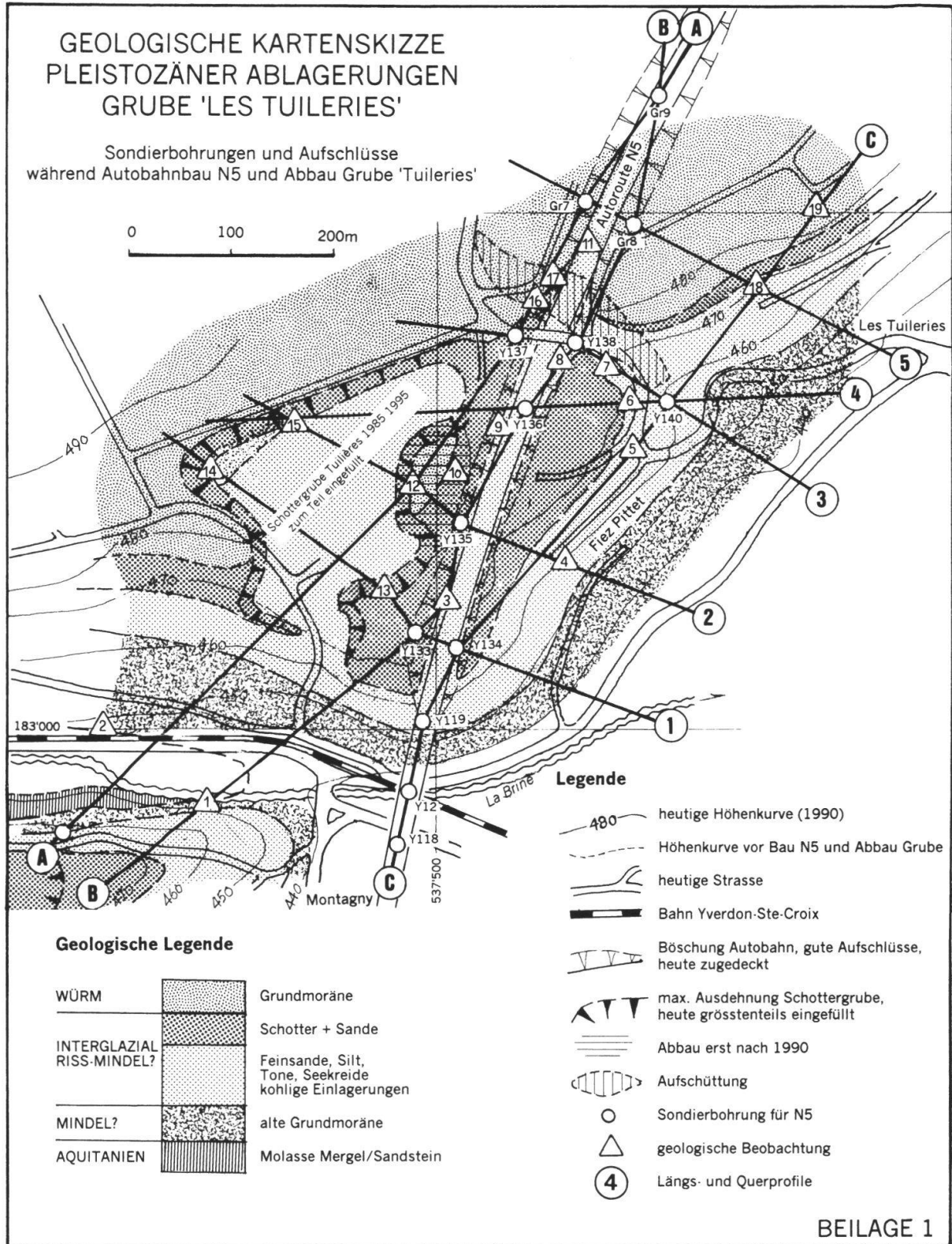
- 1 Geologische Kartenskizze Les Tuileries
- 2 Längsprofile Les Tuileries
- 3 Querprofile Les Tuileries
- 4 Geologische Kartenskizze Grandson
- 5 Längsprofile Grandson
- 6 Querprofile Grandson
- 7 Kohlemine Grandson

Anhang:

- A Sondierbohrungen Gegend Les Tuileries
- B Publierte und eigene Beobachtungen bei Les Tuileries
- C Sondierbohrungen Gebiet Grandson
- D Publierte und eigene Beobachtungen im Gebiet von Grandson

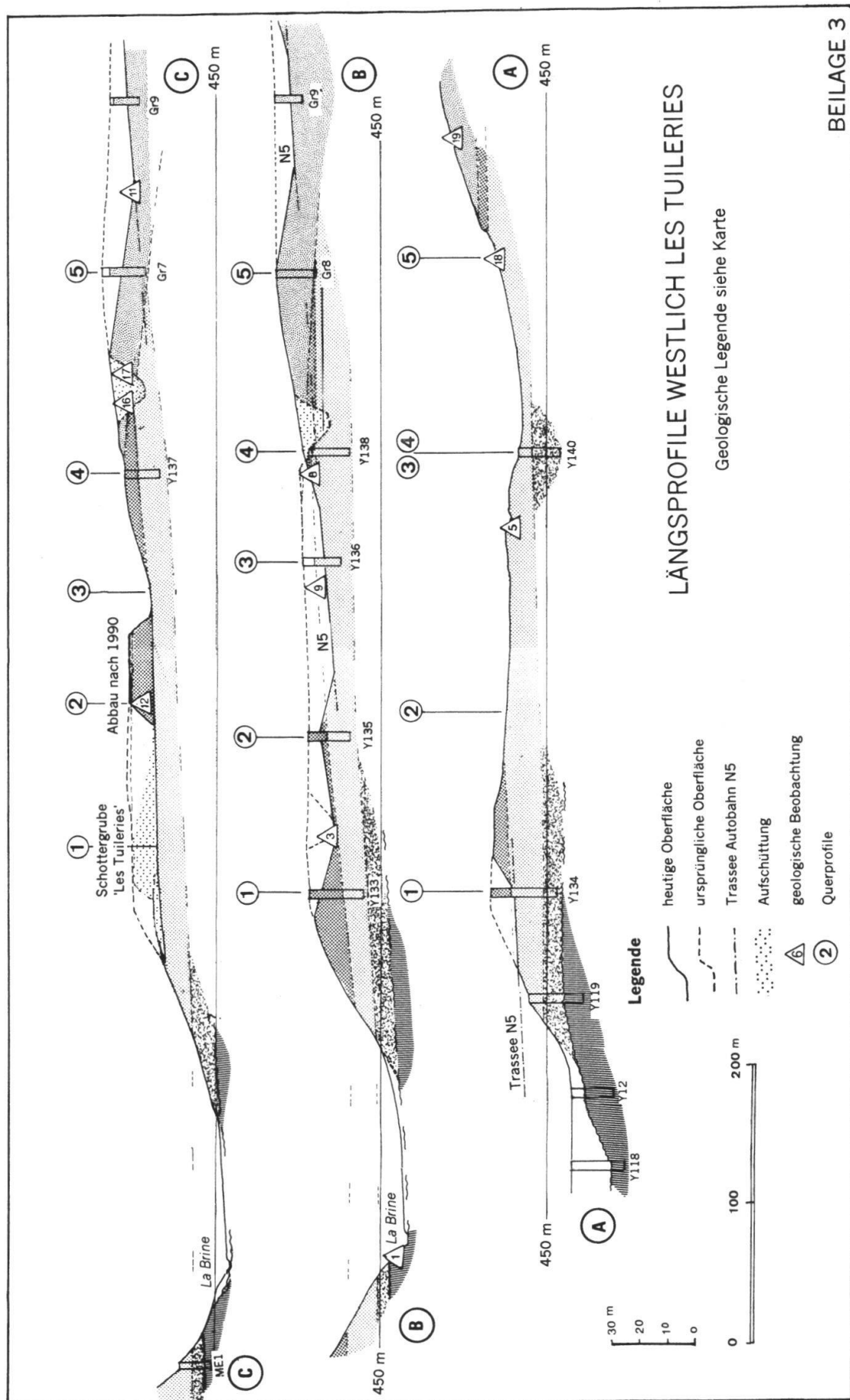
GEOLOGISCHE KARTENSKIZZE PLEISTOZÄNER ABLAGERUNGEN GRUBE 'LES TUILERIES'

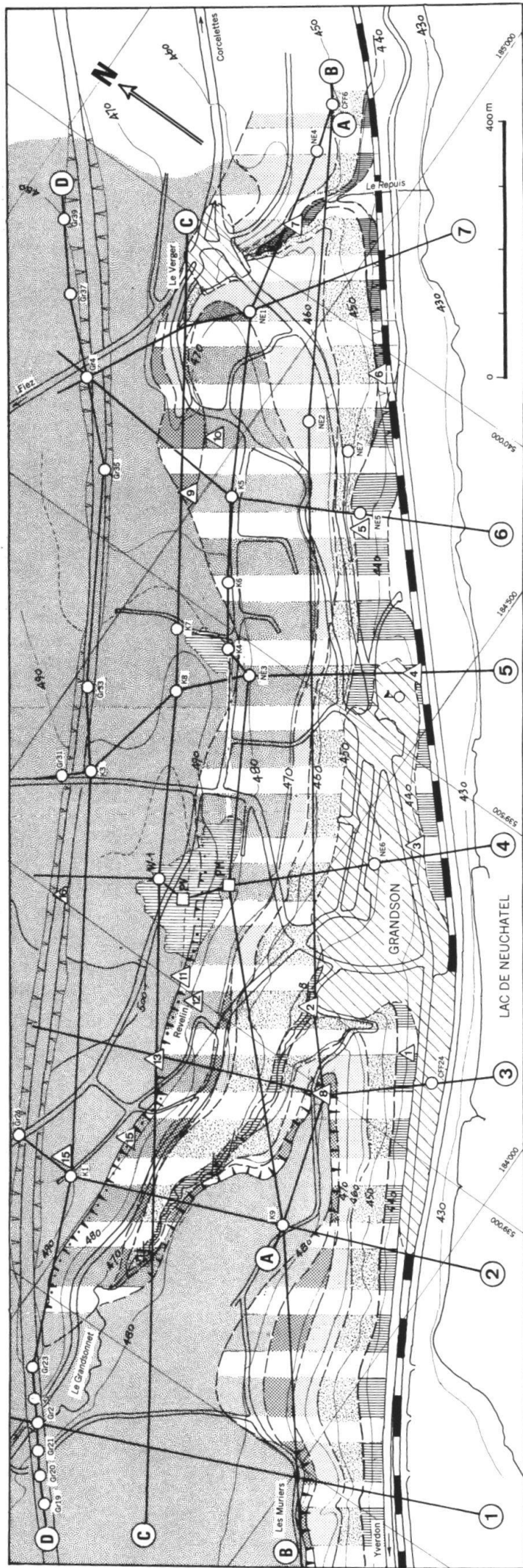
Sondierbohrungen und Aufschlüsse
während Autobahnbau N5 und Abbau Grube 'Tuileries'



	heutige Oberfläche
	ursprüngliche Oberfläche
	Trassee Autobahn N5
	Aufschüttung
	geologische Beobachtung
	Längsprofile







GEOLOGISCHE KARTENSKIZZE GRANDSON

BEILAGE 4

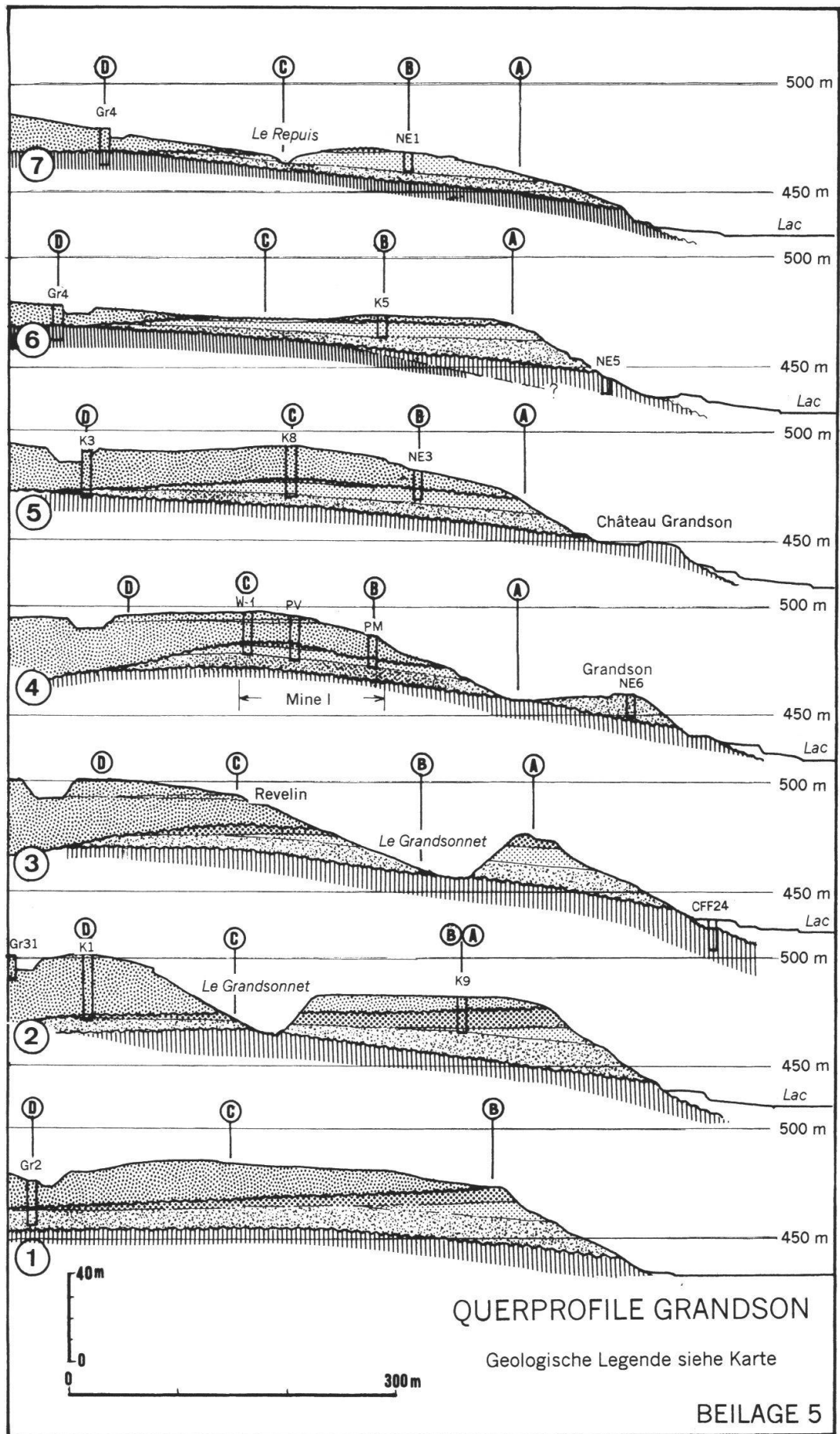
Legende Karte

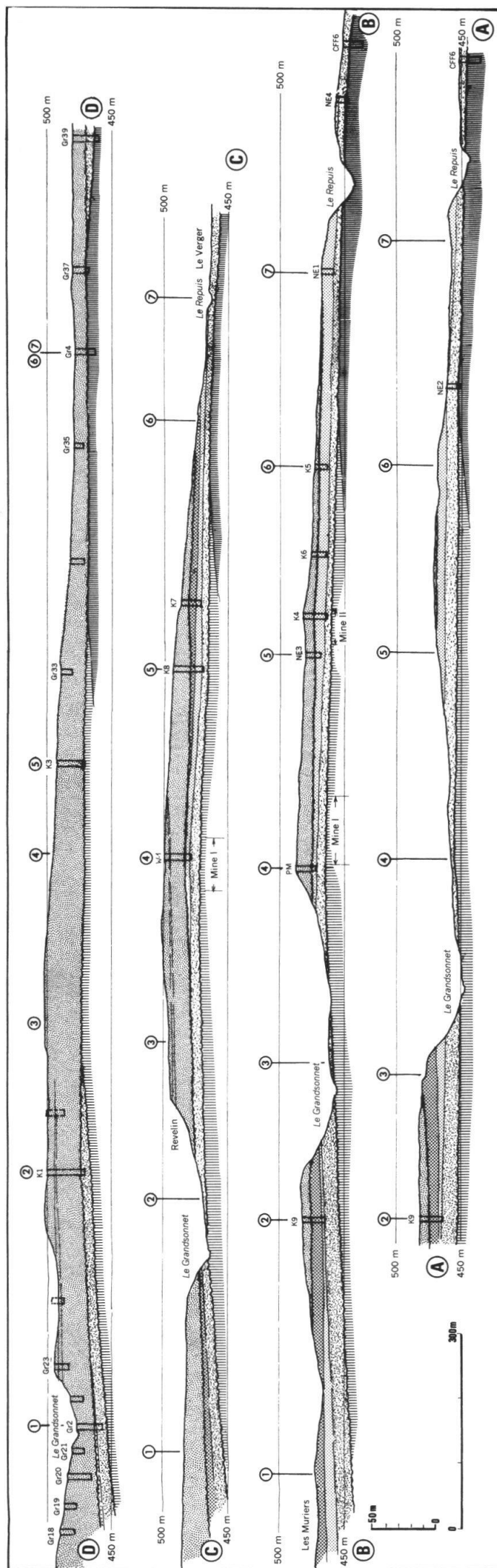
- | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------|------|---------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Höhenkurve nach Karte 1:25'000 (1990) | | | | | | | |
| 470 | | | | | | | |
| | Strasse | Bahn | stark verändertes Terrain | Autobahnböschung, gute Aufschlüsse,
heute zugeschüttet | Ausdehnung Schieferkohlelehmine | Erosions- oder Terrassenkante | Sondierbohrung |
| | | | | | | | geologische Beobachtung |
| | | | | | | | Längs- und Querprofile |
| | | | | | | | |

Geologische Legende

WURM	Grundmoräne mit interstadialem Schotter-/Sand-Horizont
INTERGLAZIAL	fluvio-lakustrine Schotter und Sande, tonige Horizonte mit Molusken ?
RISS-MINDEL?	lakastrine Tone/Silt, Seekreide und kohlige Einlagerungen, Schieferkohle-Horizonte (nur in Mine) in NE vorwiegend sandig
MINDEL?	Grundmoräne
AQUITANIEN	Molasse, nur sporadisch aufgeschlossen
O-CHATTIEN	

größtenteils durch Gehängeschutt/Lehm bedeckt





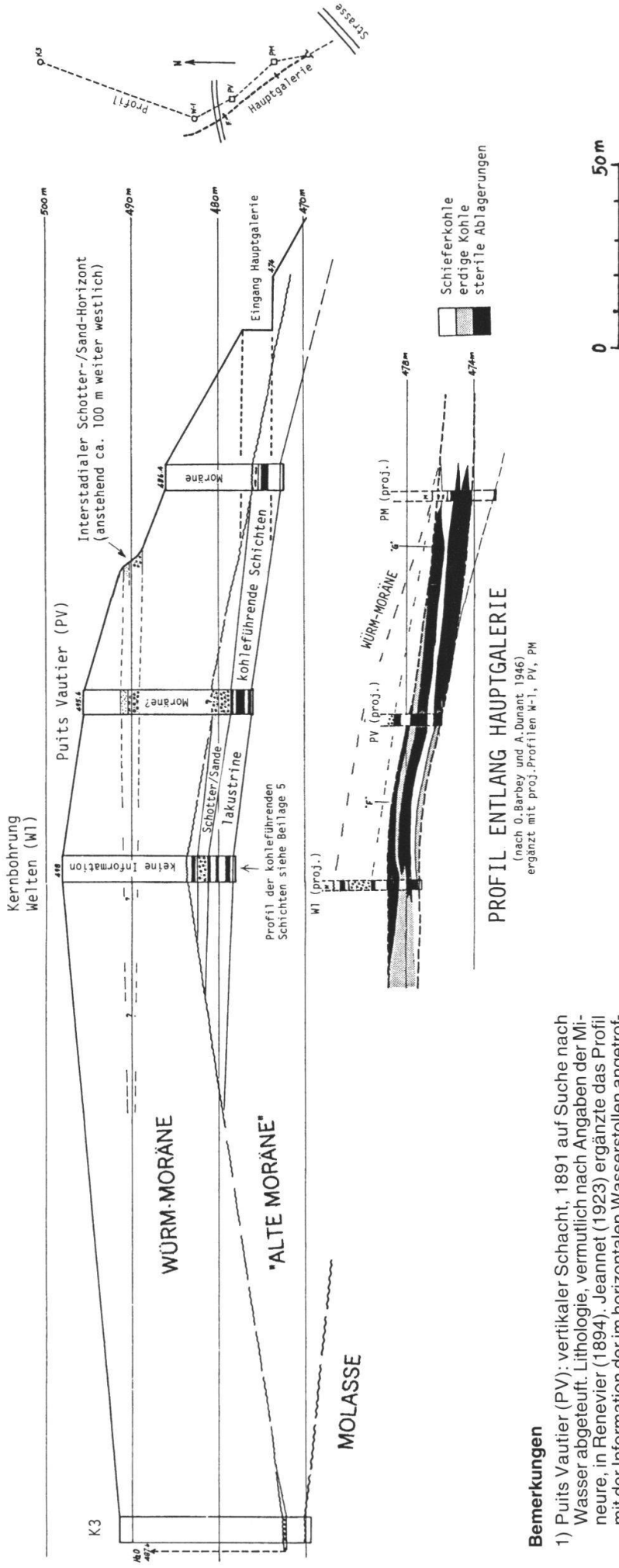
LÄNGSPROFILE GRANDSON

Geologische Legende siehe Karte

BEILAGE 6

PROFIL MINE GRANDSON

skizziert nach Informationen von H. Badoux und M. Welten



Bemerkungen

- 1) Puits Vautier (PV): vertikaler Schacht, 1891 auf Suche nach Wasser abgeteuft. Lithologie, vermutlich nach Angaben der Mineure, in Renevier (1894), Jeannot (1923) ergänzte das Profil mit der Information der im horizontalen Wasserstollen angetroffenen schieferkohleführenden Schichten. Nach heutigen Erkenntnissen sind die 9,8 m «Gravier» wahrscheinlich zum grösseren Teil kiesige Würm-Grundmoräne.
- 2) Puits Mayor (PM): Minenschacht abgeteuft 1942, Profil nach Badoux (1945).
- 3) Kernbohrung (W-1): abgeteuft 1983, publiziert in Welten (1988), mit pollenanalytischen Untersuchungen.
- 4) Bohrung K-3: Profil nach Badoux (1945). Aus den dünnen waserführenden interglazialen Schottern auf 473 m ü.M. stieg der Wasserpegel auf 487.6 m an; diese Schotter stehen daher kaum in direktem Kontakt mit jenen über den kohleführenden Schichten in der Mine.
- 5) Ein Vergleich des publizierten Profils der Hauptgalerie mit den Informationen der beiden nahe liegenden Schächte (PV, PM) und der Bohrung W-1 zeigt, dass die oberen dünnen Kohlehorizonte nicht abgebaut wurden.

SCHIEFERKOHLEMINEN
GRANDSON
(Abbau 1942-1944)

BEILAGE 7

ANHANG A

Sondierbohrungen Gegend Les Tuileries

Lage der Sondierbohrungen			Tiefe der Oberfläche in Meter ü.M.						Gehängelehm/ -schutt in m
			totale Tiefe	Aquitane Molasse	alte Moräne (Mindel?)	interglaz. Ablagerung		Würm-Moräne	
						laku- strin	Sande/ Schotter		
Nr.	Koordinaten	Höhe							
Y12	537'49/182'94	440	425	436	439	---	---	---	1.5
Y118	537'47/182'91	440	420	424	428?	---	---	---	12.0
Y119	537'49/183'00	456	436	443	452	---	---	---	4.0
Y133	537'48/183'09	476	456	-	-	463	475	---	0.8
Y134	537'52/183'08	470	445	-	451	463	469	---	0.6
Y135	537'52/183'20	478	462	-	-	469	477	---	1.3
Y136	537'59/183'31	478	463	-	-	474	477	---	0.7
Y137	537'58/183'39	483	471	-	-	476	482	---	1.2
Y138	537'63/183'38	476	461	-	-	474	---	475	0.8
Y140	537'72/183'33	460	445	-	455	458	---	---	2.2
Gr7	537'64/183'52	490	475	-	-	-	-	490	0.3
Gr8	537'69/183'50	488	472	-	-	-	-	487	0.5
Gr9	537'71/183'61	490	480	-	-	-	-	490	0.3
ME-1	537'13/182'90	463	448	453	459	460	---	---	3.0

Bemerkungen

- nicht vorhanden (erodiert oder nicht abgelagert)
- durch Bohrung nicht erreicht

Auf der Karte und den Profilen sind Gehängeschutt und Verwitterungsböden weggelassen.

Koordinaten sind auf 10 m, Höhenangaben auf Meter auf- oder abgerundet.

Die stratigraphische Unterteilung der Bohrungen basiert zum grossen Teil auf der lithologischen Beschreibung und Interpretation der Büros NORBERT und CSD in Lausanne.

ANHANG B

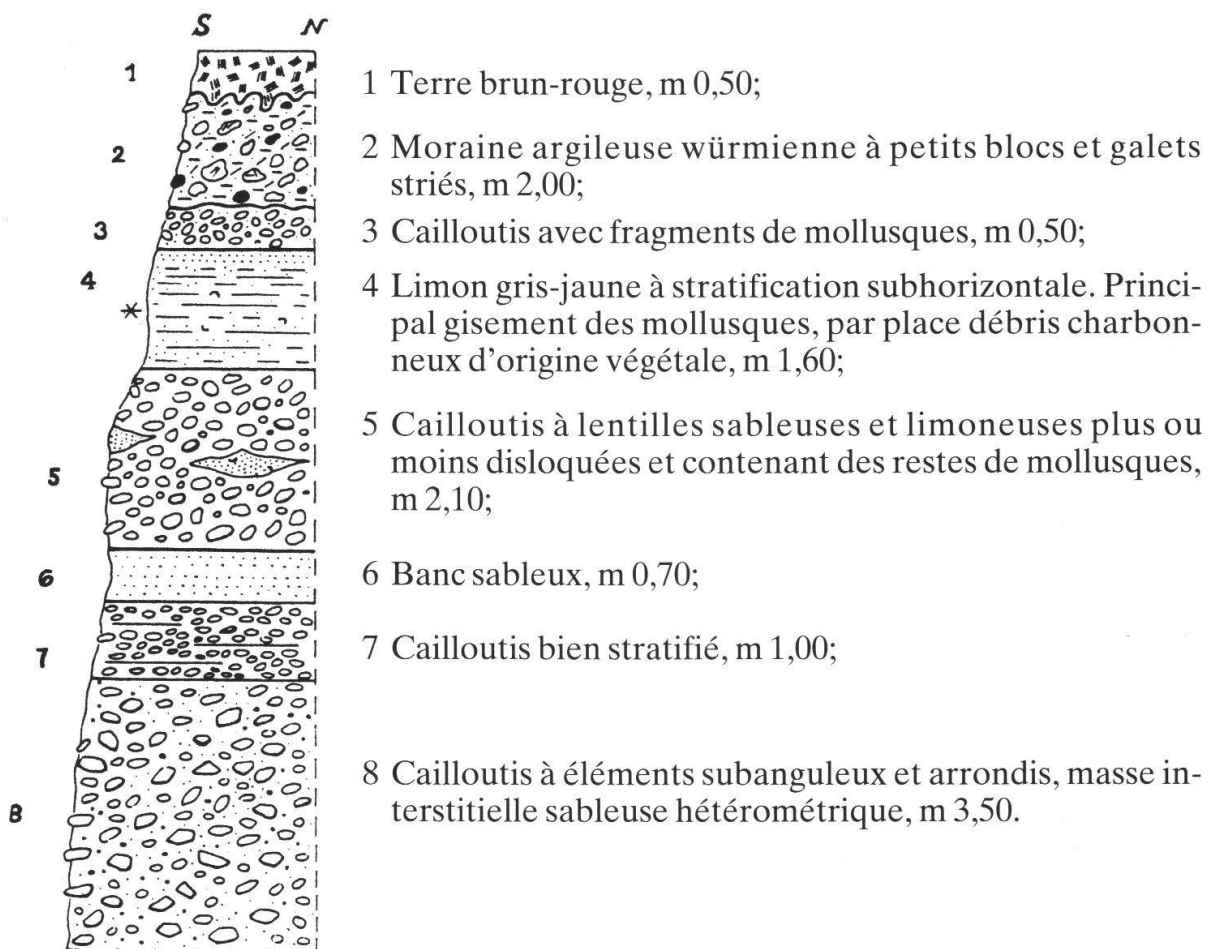
Publizierte und eigene Beobachtungen bei Les Tuileries

(Beilagen 1 bis 3; Position mit Δ angegeben)

- 1 Kleine Aufschlüsse über der La Brine, 537'17 bis 537'30/182'94, von rötlichen sandigen Aquitan-Mergeln. Jordi 1955, Originalkarte 1:10'000 (geol. Kommission).
- 2 Aufschluss über dem Bahntrasse südlich Crusille, 537'17/183'00, von «alter Grundmoräne», heute nicht mehr sichtbar. Bertschy 1958, Originalkarte 1:10'000 (geol. Kommission).
- 3 Südwand einer alten Schottergrube, 537'51/183'12, Basis auf ca. 465 m (besucht vor Bau N5, 1975): 9 m sandige Schotter, im untern Teil mit mergelig-tonigem Bindemittel verfestigt, im oberen Teil sandige Einlagerungen. Unter den Schottern feine Sande mit tonigen Zwischenlagen.
- 4 Baugrube für Haus, 537'62/183'16, auf ca. 460 m: Etwa 3 m graue tonige Mergel, fein geschichtet mit siltigen Zwischenlagen. Unter Gehängeschutt.
- 5 Strassenkorrektur, 537'69/183'27: Frischer Aufschluss von grauen Mergeln/Tonen, fein geschichtet, mit kohligem Horizont, ohne die Schalenbruchstücke, wie sie 1952 von Bertschy in einem ähnlichen Aufschluss (6) ca. 30 m strassenaufwärts gefunden wurden.
- 6 Aufschluss entlang westlicher Strassenböschung, 537'69/183'31: Etwa 2 m graue sandige und helle kreidige Mergel mit Schalenentrümmern (Unioniden?) und 1 bis 3 cm dunklen kohligen Horizonten. Bertschy 1958, Originalkarte 1:10'000, Fossilfunde mit * bezeichnet (geol. Kommission).
- 7 Kleine Schottergrube, 537'67/183'35, ca. 474 müM, besucht mit Bertschy 1952: Über sandigen Mergeln 2 bis 3 m Schotter, gerundet, zum Teil eckig, im untern Teil tonig-mergeliges Bindemittel, verfestigt, oberer Teil locker und vielleicht etwas verrutscht. Grube ist heute überbaut. Bertschy 1958, Originalkarte 1:10'000 (geol. Kommission).
- 8 Publierte Beobachtung von Arn 1984 (Diss. Lausanne, p.187); Aufschluss beim Bau der N5, 537'62/183'36, nordwestlich von Fiez Pittet (persönliche Mitteilung Arn): 3 m Seekreide und weissliche Tone, gemäss Pollenbestimmungen (80% Abies) interglazial, transgressiv überlagert von Grundmoräne auf ca. 475 m ü.M.
Bemerkung: Arn nimmt an, dass diese Grundmoräne in SW-Richtung durch die «Tuileries-Schotter» überlagert ist. Nach unseren Beobachtungen (Jordi/Bertschy) und anhand der Bohrresultate (Y136/135) liegt diese Moräne, die wahrscheinlich auf der mergelig-tonigen Unterlage etwas abgerutscht ist, über diesen Schottern.
- 9 Bau N5, 537'55/183'30, auf ca. 470 m: Während der Erdarbeiten (1982) waren gute Aufschlüsse von fein geschichteten lakustrinen Tonen, wechsellagernd mit grauen Feinsanden (Silt) vorhanden, überlagert von leicht bräunlichen, hellen kreidigen Mergeln (Seekreide) und dünnen kohligen Horizonten. Der

Kontakt zu den darüberliegenden Schottern war scharf, schien aber konkordant zu sein.

- 10 1995 letzter Abbau von Schottern, 537'52/183'25: 8 bis 9 m sandige Schotter mit gelegentlich dünnen unregelmässigen Sandlinsen, Oberkante auf 478 m. Die von Jayet & Portmann 1960 beschriebenen fossilführenden Tone fehlen hier oder wurden schon früher abgetragen.
- 11 Bau N5, 537'64/183'47, auf ca. 480 m: Hier liegt über den grauen Tonen/Mergeln mit heller Seekreide unvermittelt bräunliche kiesig-tonige Grundmoräne (Würm). Ob der Kontakt diskordant ist, konnte in diesem begrenzten Aufschluss nicht mit Sicherheit festgestellt werden.
- 12 Publiziertes Profil, 537'48/183'23, Jayet & Portmann 1960, *Eclogae geol. Helv.* 53/2, 640-645:



- 13 Publierte Beobachtung von Arn 1984 (*Diss. Lausanne*, p.187) an der Südflanke der Schottergrube, 537'45/183'12: 6 bis 7 m horizontal geschichtete sandige Schotter, die auf 477 m ü.M. eine Terrassenkante bilden.
- 14 Publiziertes Profil 200 m weiter westlich in der Grube, 537'28/183'25, Jayet & Portmann 1966, *Eclogae geol. Helv.* 59/2, 960-964: Unter einer dünnen Würm-Moräne ca. 5 m Schotter mit teilweise aufgearbeiteten fossilführenden Tonlinsen (interglazial). Unter den Schottern folgen grobe «Riss-Gerölle» über einer

kiesigen «Grundmoräne», die sie als «Riss-Moräne» bezeichnen, die jedoch nach heutigen Erkenntnissen eher als Mindel(?) betrachtet werden muss.

- 15 Schottergrube 'Les Tuileries' Nordseite, 537'36/183'30: Auf 484 m ü.M. kiesig-lehmige Würm-Grundmoräne (ca. 2 m). Darunter ca. 5 bis 6 m sandige Schotter mit tonigen Linsen, jedoch ohne Fossilien. Im untern Teil des Abbaus grobe Gerölle, die von Jayet & Portmann (1966) als «Riss-Gerölle» beschrieben wurden. Der unterste Teil des Abbaus reichte wahrscheinlich bis auf die «alte Moräne» (Mindel?), war aber 1992 leider schon zugeschüttet.
- 16 Ehemalige Strasse nach Giez, 537'60/183'42, auf ca. 480 m, an steilem südlichem Strasseneinschnitt, der heute völlig zugeschüttet ist: Über grauen tonigen Mergeln ca. 2 m Schotter anstehend, bedeckt von Verwitterungslehm mit Kieselgeröllen (1952).
- 17 Nordseite des gleichen Strasseneinschnitts, 537'61/183'44: Über den grauen tonigen Mergeln liegt ca. 2 bis 3 m typisch lehmig-kiesige Grundmoräne, nicht vergleichbar mit den Schottern südlich der Strasse. Der Kontakt ist unmittelbar und könnte transgressiv sein (1952).
- 18 Baugrube für Haus, 537'81/183'43, auf ca. 470 m ü.M.: Graue lakustrine (?) tonige Mergel, etwas sandig. Im oberen Teil der Baugrube vermischt mit Geröllen von vermutlich darüberliegenden, eventuell verrutschten Schottern.
- 19 Baugrube, 537'88/183'50, auf ca. 484 m ü.M.: Unter Gehängeschutt typische graubraune lehmige kiesführende Grundmoräne (Würm).

ANHANG C

Sondierbohrungen Gebiet Grandson

Lage der Sondierbohrungen			Tiefe der Oberfläche in Meter ü.M.						Gehängelehm/ -schutt in m
			totale Tiefe	Molasse	alte Moräne (Mindel?)	interglaz. Ablagerung		Würm-Moräne	
						laku- strin	Sande/ Schotter		
Nr.	Koordinaten	Höhe							
PV	539'11/184'66	496	475	-	476	479	481?	496	1)
PM	539'17/184'60	486	472	-	473	476	---	486	2)
W-1	539'12/184'71	498	478	-	478	481?	483	498	3)
K-1	538'67/184'55	500	470	-	472?	-	473?	500	4)
K-3	539'19/184'89	492	469	470	472	---	473?	492	5)
K-4	539'47/184'83	482	465	-	466	474	---	482	5)
K-5	539'67/184'94	473	463	-	463	470	---	473	5)
K-6	539'56/184'89	481	469	-	-	471	---	481	5)
K-7	539'45/184'91	487	471	-	-	475	480	487	5) 6)
K-8	539'37/184'85	492	469	-	470	477	479	492	5) 7)
K-9	538'79/184'23	482	464	-	465	467	474	482	8)
Gr2	538'31/184'37	477	457	-	460	---	464	475	1.5 8)
Gr4	539'70/185'25	478	462	469	---	---	---	476	1.6 8)
Gr18	538'19/184'26	489	477	-	-	-	-	487	1.9 8)
Gr19	538'22/184'29	488	478	-	-	-	-	486	0.3 8)
Gr20	538'25/184'32	484	464	-	-	-	-	484	0.4 8)
Gr21	538'28/184'34	480	470	-	-	-	-	478	0.6 8)
Gr22	538'34/184'40	481	471	-	-	-	-	480	0.8 8)
Gr23	538'38/184'43	493	481	-	-	-	-	493	0.2 8) 9)
Gr24	538'47/184'50	497	487	-	-	-	-	496	1.2 8) 10)
Gr26	538'68/184'66	500	490	-	-	-	-	499	0.8 8) 11)
Gr31	539'16/184'92	492	482	-	-	-	-	491	2.0 8)
Gr33	539'29/184'97	488	480	-	-	-	-	487	1.1 8)
Gr35	539'59/185'15	479	470	-	-	-	-	477	1.7 8)
Gr37	539'79/185'34	480	468	470	-	-	-	479	0.8 8)
Gr39	539'88/195'43	480	460	465	470?	---	---	479	0.5 8) 12)
NE1	539'92/185'10	468	459	-	-	459	---	---	-
NE2	539'84/184'93	462	453	453	460	462	---	---	- 13)
NE3	539'46/184'78	481	469	-	-	473	---	481	- 14)
NE4	540'19/185'16	458	449	450	455	?	---	---	?
NE5	539'77/184'78	444	438	442	---	---	---	---	2.0
NE6	539'33/184'45	458	448	-	453	---	---	---	-
NE7	539'84/184'85	457	448	450	457	---	---	---	-
CFF6	540'27/185'18	452	436	447	448?	452?	---	---	0.4 15)
CFF24	539'11/184'18	436	422	432	---	---	---	---	3.6 8)

Die stratigraphische Unterteilung der Bohrungen basiert zum grossen Teil auf der lithologischen Beschreibung und Interpretation der Büros NORBERT und CSD in Lausanne.

Bemerkungen zu den Sondierbohrungen Gebiet Grandson

- - - nicht vorhanden (erodiert oder nicht abgelagert)
- durch Bohrung nicht erreicht

Auf der Karte und den Profilen sind Gehängeschutt und Verwitterungsböden weggelassen.

Koordinaten sind auf 10 m, Höhenangaben auf Meter auf- oder abgerundet.

- 1) Schacht «Vautier» (PV) ca. 1892 abgeteuft. Profil nach Jeannet (1923), welches auf Angaben von Renevier (1894 und nicht veröffentlichte Briefe) basiert. Die lithologische Beschreibung der oberen 15.6 m stammen vermutlich von Mi-neuren, wobei die 9.8 m «Gravier» sehr wahrscheinlich zum grossen Teil Moräne sind.
- 2) Minenschacht «Mayor» (PM) ca. 1941/42; Profil nach Badoux (1943-45).
- 3) Kernbohrung W-1: pollenanalytische Untersuchung von Welten (1988). Leider fehlen lithologische Beschreibungen von 0 bis 14.2 m. Über interglazialen Sanden/Schottern nochmals zwischen 482.5 und 483.7 m ü.M. Seekreide mit 0.25 m Schieferkohle, die Welten ins «Früh-Riss?» stellt.
- 4) Badoux (1945) bezeichnet die Schotter zwischen 494 und 492 müM als «interglazial» und die darunterliegende Moräne als «Riss», was nach Resultaten von Autobahnbohrungen in der Umgebung nicht zutreffen kann. Diese Schotter sind nach heutigen Beobachtungen eine interstadiale Einlagerung in der Würm-Moräne. Position nach Karte Badoux (1945).
- 5) Position und Interpretation nach Badoux (1945).
- 6) Tonige Schotter zwischen 480 und 475 m ü.M. sind sehr wahrscheinlich interglazial und gehören nicht zur Würm-Grundmoräne, wie Badoux annimmt.
- 7) Das gleiche gilt für die Schotter zwischen 479 und 477 m ü.M.
- 8) Interpretation basiert auf lithologischer Beschreibung des Büros Norbert in Lausanne.
- 9) Die sandigen Schotter zwischen 492 und 487 müM könnten eine interstadiale Einlagerung in der Würm-Moräne sein, wie Bohrung K-1 und Beobachtungen während des Autobahnbaus zeigen.
- 10) Das gleiche gilt für die wasserführenden Sande/Schotter auf 490 m Höhe
- 11) sowie auch für die wässrigen grauen sandigen Schotter auf 492 m ü.M. (Gr26) und 491 m ü.M. (Gr27).
- 12) Intervall 460 bis 470 m ü.M. vermutlich «alte Moräne» (Mindel?).
- 13) Sande (lakustrin?) und Schotter über Moräne. Die Bohrung endete vermutlich auf der Molasse-Oberfläche.
- 14) Schieferkohle zwischen 472 und 473 müM, darüber Moräne, darunter lakustrine Tone.
- 15) Interpretation basiert auf lithologischer Beschreibung des Büros GEO 2000 Ecublens.

ANHANG D

Publizierte und eigene Beobachtungen im Gebiet von Grandson

(Beilage 4; Position auf Karte mit Δ angegeben)

- 1 Molassestollen für Quelfassung.
- 2 Marc Weidmann fand hinter einer Betonmauer-Baustelle unter 5 m etwas verrutschter Moräne (Mindel?) einen Molasseaufschluss von grauen geschichteten Sandsteinen über siltigen grauen Mergeln, 8 Grad nach S einfallend (persönliche Mitteilung).
- 3 Die Keller der unteren Häuser von Grandson stehen auf Molasse-Sandstein und -Mergel (Aquitanien).
- 4 In künstlichem Aufschluss für Kabelstollen entlang der Bahn unterhalb Schloss Grandson rot- und gelb-gefleckte Mergel und grünliche weiche Sandsteinhorizonte, typisch für Aquitanien. Sehr wahrscheinlich steht das Schloss Grandson auch auf dieser aquitanen Molasse.
- 5 In Baugrube für Häuserkomplex: Unter ca. 2 m Gehängeschutt aus Moränenmaterial gelbliche rotgefleckte Mergel und grünliche Sandsteinbänke, typisch aquitane Molasse (Grès et marnes bigarrés).
- 6 In Graben für Kabel: Weiche grünliche Sandsteine, glimmerreich, mit dunklen tonigen Mergeln und etwas Fasergips. Wahrscheinlich «Grès et marnes gris à gypse» (oberes Chattien).
- 7 Unter schlecht aufgeschlossener kiesiger Grundmoräne (Mindel?) graue dunkle Mergel und graue glimmerreiche Sandsteinbank über dunklen Mergeln. Oertli (1956) bestimmte vermutlich vom gleichen Aufschluss ober-chattische brackische Ostrakoden (Bertschy 1958).
- 8 In der heute überwachsenen Grube (539'00/184'31, ca. 478 müM) wurden 1952 noch Schotter und Sande abgebaut. Profil ähnlich wie in der Grube 'Les Tuileries':
 - 0.50 m Sande über tonigem/sandigem Horizont (10 cm) mit viel Schalentrümern und Mollusken-Abdrucken; darunter
 - 3.50 m Schotter, vorwiegend jurassisches Geröll, gerundet und kantig, mit sandig-lehmigen Bindemitteln; über
 - 1.20 m gut gewaschenem Schotter.In der Bohrung K-9, ca. 200 m weiter westlich, wurden diese interglazialen Schotter/Sande zwischen 474 und 466 m ü.M. durchbohrt. Westlich Les Muriers bei Punkt 538.3/183.8 (Jolimont) sind sie wie Nagelfluh verfestigt.
In NW-Richtung sind diese Schotter unter der Geländekante (Würm-Moräne) am Südhang des Le Grandsonnet Tals und im Bachbett auf einer Höhe von ca. 470 m durch zahlreiche Gerölle im Gehängeschutt nachweisbar. In der Bohrung Gr2 wurden diese interglazialen Schotter/Sande zwischen 464 und 460 m ü.M. durchteuft.

- 9 Ungefähre Lage der von Jeannet (1923) kurz beschriebenen, heute zugeschütteten Kies-/Sandgrube mit Molluskenfauna auf ca. 473 m Höhe, die er als interglaziale fluvio-lakustrine Deltaablagerung interpretiert.
- 10 In Baugrube (1994): Unter ca. 1.5 m stark verwitterter Grundmoräne ca. 50 cm Sande über feinkörnigen Schottern, meist aus jurassischen Geröllen mit leicht lehmigen Bindemitteln und vielen Schalenbruchstücken. An der Basis der ca. 3 m tiefen Baugrube etwas gröbere Schotter. Vermutlich die gleiche interglaziale fluvio-lakustrine Ablagerung wie sie Jeannet (1923) beschrieb.
- 11 Ungefähre Lage des Schottervorkommens am Steilhang bei Revelin (auf ca. 490 m), erwähnt in Jeannet (1923). Jeannet nimmt an, dass es sich um die gleichen Schotter wie im Puits «Vautier» handelt. Er vergleicht sie aber auch mit dem Sand in der Grube nördlich des Friedhofs (siehe 9), die auf ca. 473 m liegt, was nach heutigen Erkenntnissen nicht stimmen kann. Diese Schotter/Sande bei Revelin sind eine interstadiale Ablagerung in der Würm-Moräne. Sie lassen sich unterhalb der markanten Geländekante westwärts bis zum Autobahnviadukt verfolgen (siehe auch 13, 14 und 15 weiter unten).
- 12 Baugrube für Häuserkomplex (1993): Unter Gehängeschutt mit viel Geröllen aus der am Steilhang ca. 10 m höher anstehenden Schotterbank (siehe 11) ca. 3.5 bis 4 m typische dunkelgrau-braune tonige Grundmoräne (Würm) mit alpinen und wenigen jurassischen, zum Teil recht kantigen Geröllen.
- 13 Baugrubenaufschluss (1995) ca. 150 m westlich von 11, auf gleicher Höhe: Unter ca. 1 m vermutlich etwas verrutschter Moräne ein Sandhorizont (ca. 20 cm) über ziemlich groben Schottern (jurassisch und alpin) mit tonigen linsenförmigen Zwischenlagen, ohne Fossilien.
- 14 Ähnlicher, jedoch früher beobachteter Baugrubenaufschluss.
- 15 Bohrung K-1: Hier sind die unter 11, 13 und 14 beschriebenen interstadialen Schotter/Sande zwischen 494 und 492 m durchbohrt worden. Badoux (1945) nahm ein interglaziales Alter dieser Schotter an und bezeichnete die darunterliegende Moräne als «Riss», was nach den Resultaten der Autobahnbohrungen und nach heutiger Kartierung revidiert werden muss.
- 16 Während der Aushubarbeiten beim Autobahnbau (1981) war an dieser Stelle ein leicht wasserführendes Schotterbett (ca. 80 cm) auf ca. 493 m in stark geröllführender Grundmoräne aufgeschlossen. Vermutlich ist es der gleiche interstadiale fluviatile Schotterhorizont wie bei Revelin (siehe 11).