

Die geologische Bedeutung des gehobenen Strandes von Sangatte an der Kanalküste (Dep. Pas-de-Calais)

Von F. Dewers, Bremen

Durch zahlreiche Arbeiten der letzten Jahrzehnte hat sich als sicher herausgestellt, daß die Küstenlinie an der Nordsee noch im Laufe der jüngsten geologischen Zeiträume, also des Diluviums und Alluviums, erheblichen Umgestaltungen ausgesetzt gewesen ist. Die Gründe für diese Veränderungen sind in verschiedenen Ursachen zu suchen. In erster Linie kommen Veränderungen in der Höhenlage des Meeresspiegels, sogenannte eustatische Bewegungen in Betracht, die für den genannten Zeitraum darauf zurückzuführen sind, daß während der verschiedenen Eiszeiten gewaltige Wassermengen in Form des Inlandeises und stark angewachsener Gletscher auf die Kontinente verlagert und so dem Meere entzogen waren. Die dadurch herbeigeführte Absenkung des gesamten Meeresspiegels auf der Erde war bedeutend; sie wird von verschiedenen Forschern auf 40—100 m und darüber eingeschätzt. Beim Abschmelzen der Gletscher und Inlandeismengen während der Zwischeneiszeiten füllte sich das Weltmeer wieder auf und stellte sich je nach Größe der noch verbliebenen Eisreste (man denke an Grönland und die heutige Antarktis) verschieden hoch ein. Wir erhalten also Regressionen während der Eiszeiten und Transgressionen während der Zwischeneiszeiten.

Neben diesen genannten eustatischen Bewegungen gehen andere Lageänderungen einher, die sich auf die feste Erdkruste beziehen. So bewirkt die Belastung der Kontinente durch das Inlandeis und die gleichzeitige Entlastung der Meeresböden durch Verminderung der Wassermenge Ausgleichsbewegungen, die man als isostatische bezeichnet. Sie wirken den eustatischen Bewegungen entgegen und zwar in so komplizierter Weise, daß sich die Gesamtwirkung nicht berechnen läßt und sich daraus die noch weit auseinandergehenden Zahlenwerte der einzelnen Forscher ohne weiteres erklären.

Wir haben weiterhin noch die epirogenetischen Bewegungen der Erdkruste in Rechnung zu ziehen. Sie bestehen in weiträumigen Verbiegungen und schaffen an gewissen Stellen, wie z. B. in NW-Deutschland, sich langsam aber beharrlich senkende Flächen (Geosynklinalen), während andere Räume (Fennoskandien), die sogenannten Geantiklinalen, eine beharrlich aufsteigende Tendenz

verraten. Schließlich sind verhältnismäßig kleinräumige „orogene-tische“ Bewegungen als Grund für Veränderungen zwischen Land und Meer in Rechnung zu stellen, wie es z. B. Heck (1936) für die Westküste Schleswig-Holsteins gezeigt hat. Es handelt sich hier vorwiegend um Auf- und Abwärtsbewegungen oder Kippungen einzelner Krustenteile, sogenannter Schollen.

Es ist bekannt, daß die Transgressionserscheinungen der letzten Jahrhunderte im Bereich der deutschen Nordseeküste in ihrem Ausmaße, trotz der durch sie hervorgerufenen Schäden, doch nur schwach waren und daher vielfach bestritten worden sind. Es kommt hinzu, daß in einem derart flachen Gelände, wie es unsere Küstenmarsch darstellt, schon größere Veränderungen des Tidenhubes, des Windstaues bei Sturmfluten, der Küstenströmungen erhebliche Veränderungen in der Gestaltung der Küstenlinie hervor-rufen können und daß diese genannten Faktoren selbst wieder z. T. von der Gestaltung des Nordseebeckens abhängig sind.

Es liegt daher auf der Hand, daß das Zusammenspiel aller dieser Kräfte für die geologischen Vorgänge an der deutschen Nordseeküste nicht durch das Studium dieses begrenzten Küstenstriches allein verstanden werden kann, sondern daß dazu die Kenntnis des Gesamttraumes gehört. Nach einer vorbereitenden Zeit der Kleinarbeit, die wohl bis zu einem gewissen Grade als abgeschlossen betrachtet werden kann, ergibt sich die Notwendigkeit, die bisherigen Ergebnisse in einen größeren Rahmen einzuspannen, sei es, um neue Gesichtspunkte und auch Fragestellungen zu gewinnen, oder um die Wirksamkeit der großräumigen Faktoren (Eustasie, Isostasie, Epirogenese, Gezeitenverlauf), die im engeren Gebiete leicht durch örtliche Bedingtheiten verdeckt sein können, in ihrer wahren Bedeutung zu erkennen.

Um zu einer Entwicklung der Forschung in dieser Richtung beizutragen, gebe ich im folgenden an Hand einiger aus der fran-zösischen Literatur entnommener Skizzen und einiger eigener Auf-nahmen eine etwas ausführlichere Darstellung des sogenannten „gehobenen Strandes“ (= la plage soulevée oder vorsichtiger la plage suspendue) von Sangatte, der am äußersten Westrande der Nordseemarschen eine interessante und geologisch bedeutsame Naturerscheinung darstellt und geeignet ist, die jüngere Geschichte der Meerenge von Dover (frz. Pas de Calais) zu beleuchten, sowie uns Aufschluß über die Wasserstandsschwankungen seit dem letzten Interglazial zu geben.

Der großen geologischen Bedeutung entsprechend besteht über den gehobenen Strand von Sangatte in Frankreich und England eine recht umfangreiche Literatur, die aber in Deutschland kaum bekannt geworden ist. Die Aufgabe dieser Abhandlung soll daher nicht zum wenigsten darin bestehen, diesem Übelstande abzuhelpfen

und die Lagerungsverhältnisse des Diluviums von Sangatte so darzustellen, daß sich jeder Interessent, auch ohne selbst dort gewesen zu sein, ein klares Bild davon machen kann.

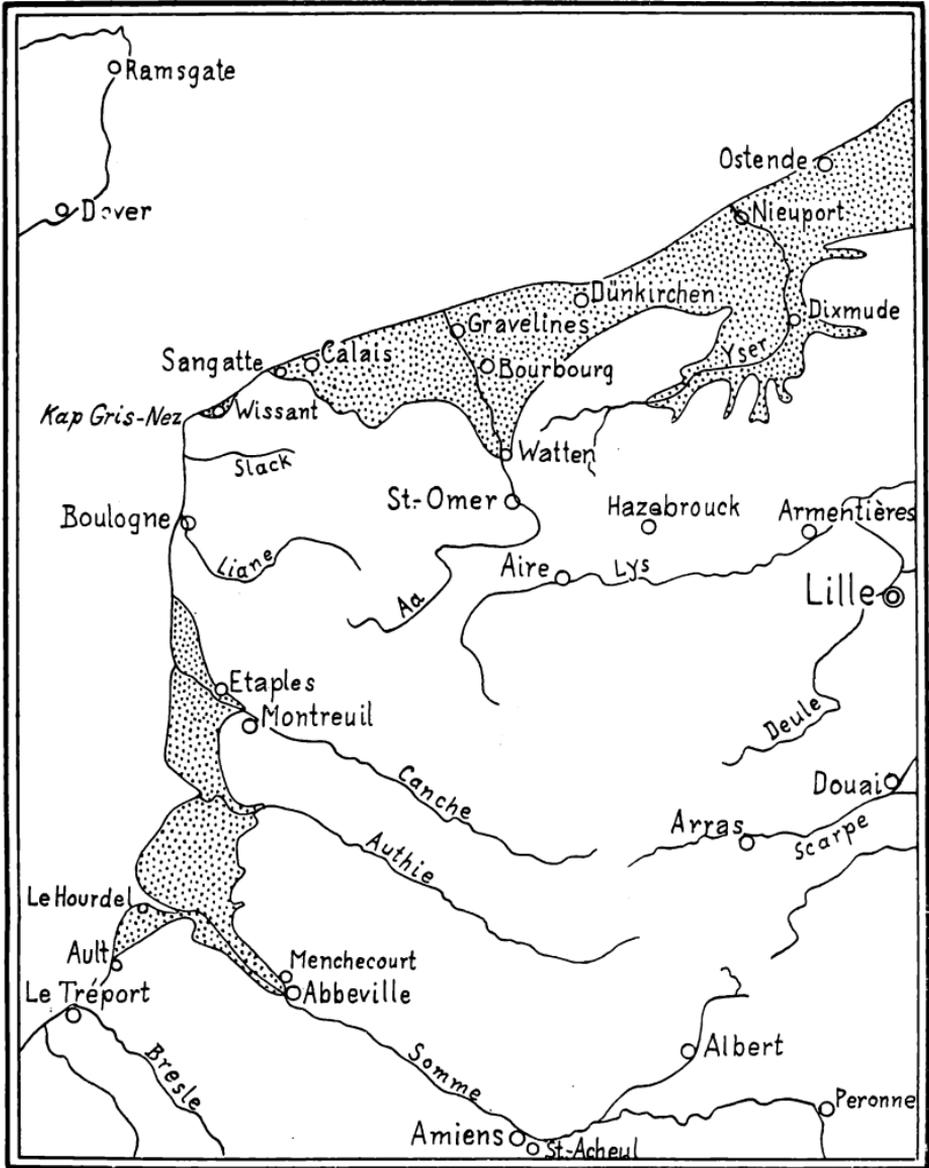


Abb. 1: Übersichtskarte der nordfranzösisch-belgischen Küste in der Umgebung von Sangatte. Nach Dubois 1924. — Punktiert: Küstenalluvium (Marsch).

Übersicht über die Lage. Die Karte Abb. 1 gibt einen Überblick über den Verlauf der Küstenlinie in der weiteren Um-

gebung der Straße von Dover. Wir erkennen darauf den Marschstreifen, der die belgische und nordfranzösische Küste bis Sangatte, d. i. bis 5 km westl. Calais, umsäumt. Man kann diesen Punkt als das äußerste Westende der Nordseemarsch betrachten. Weiter westlich findet sich noch ein unbedeutender Schwemmlandstreifen bei Wissant und ein wieder wesentlich ansehnlicherer zwischen Equihen (südl. Boulogne) und Ault (südlich der Sommemündung). Beides sind Anlandungen innerhalb von Buchten der Steilküste, die bei Sangatte beginnt und in je nach Gesteinsart verschiedener Ausbildung bis über die Bretagne hinaus andauert. Sie bleiben in der vorliegenden Abhandlung außer Betrachtung.

Als eine Besonderheit der genannten nordfranzösisch-belgischen Marschen mag nebenbei hervorgehoben werden, daß sie samt und sonders gegen die See hin durch einen geschlossenen Dünenstreifen abgeschlossen werden, der den Schutz gegen Sturmfluten übernimmt, so daß Deiche nur an den Flußmündungen nötig werden. Es ist das m. E. darauf zurückzuführen, daß der Windstau bei Sturmfluten nur gering ist und Durchbrüche durch eine einmal gebildete Dünenkette daher viel weniger leicht eintreten als in der deutschen Bucht, wo der Sturm den Wasserstand maximal auf 3,50 m über Mittelhochwasser empordrücken kann. Die Deiche sind daher auch im Vergleich zu den nordwestdeutschen von recht bescheidenem Ausmaß.

Die Karte Abb. 1 zeigt ferner auch, daß das Kap Griz-Nez die natürliche Grenze zwischen der Kanal-Küste und der Nordseeküste bildet. Sangatte liegt also bereits im Gebiete der Nordsee.

Einzelheiten über die nähere Umgebung von Sangatte sind aus der Abb. 2 zu ersehen: Der aus den weißen Kalken und Mergeln der oberen Kreide gebildete Gebirgskamm tritt südwestlich Sangatte unmittelbar ans Meer heran und bricht in steiler, bis zu 100 m hoher Wand zum Strande ab. Eine leichte Knickung in der Steilwand, die auf Abb. 2 nördlich der Höhe 134 sichtbar wird, trägt den Namen Kap Blanc-Nez. Nach SW zu fällt der Rücken ziemlich steil zu einem Trockental ab, in dem das Dorf Escalles liegt. Man gelangt einige 100 m westlich des Dorfes von diesem Tale aus durch eine kurze schluchtartige, nach Dubois (1924) künstliche Einkerbung, den sogenannten Cran d'Escalles, ohne Schwierigkeiten hinunter zur Strandebene.

Nach NO zu in Richtung auf Sangatte zeigt der Hang eine sanftere Neigung. Der Boden läßt fast überall weiße Kreidebrocken unmittelbar zu Tage treten. Die braune Bodenkrume ist also meist nur dünn. In schwachen Einmuldungen, wo sie etwas dicker ist, besteht sie aus einem braunen tonigen Lehm, der reich an ungerollten Feuersteinen ist und von den Franzosen als Argile à silex (= Feuersteinton) bezeichnet wird. Darüber kann noch etwas Löß

liegen. Der Feuersteinton ist ein Verwitterungsprodukt des Feuerstein führenden Senons. Nach Auflösung des kohlensauren Kalkes bleiben die tonige Substanz sowie die Feuersteine als unlöslich zurück. Auf ebenen Kreideplateaus, z. B. im Lande Caux zwischen Somme und Seine, kann die Mächtigkeit des Feuersteintons über 20 Meter hinausgehen. An geneigten Hängen ist er gewöhnlich durch Abspülung bis auf geringe Reste beseitigt.

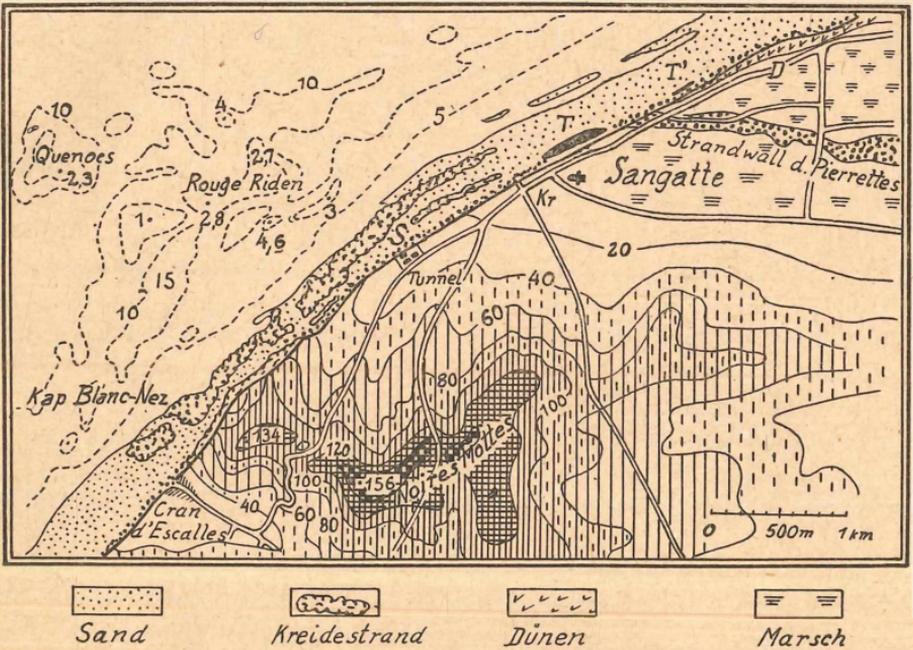


Abb. 2: Karte der näheren Umgebung von Sangatte. Nach Dubois 1924. S: Beginn des Diluviums von Sangatte; alte Steilwand. T und T': alluviale, im Dünenschutz gebildete Torflager; jetzt auf dem Strand im Abbruch. Kr: Wegekrenz im westlichen Teil von Sangatte.

Die von Boulogne-sur-Mer nach Calais nahe dem Meere entlang führende Küstenstraße steigt von Escalles aus in einigen Windungen steil in nordöstlicher Richtung auf die Höhe hinauf und fällt dann sanfter nach Sangatte hin ab, indem sie sich gleichzeitig der Steilwand auf ca. 40—50 m nähert. Zwischen Straße und Steilwand, etwa 800 m südwestlich des Eingangs von Sangatte, trifft man auf eine rechteckige Parzelle, die mit einer Buschhecke eingefriedigt ist. Einige halbverfallene Gebäudeteile innerhalb dieser Umzäunung stellen die Reste der im Jahre 1875 begonnenen Bauarbeiten zur Herstellung des Tunnels nach England dar. Im gegenwärtigen Krieg ist das Gelände in einen Heldenfriedhof umgewandelt worden. Durch den ständig fortschreitenden Abbruch der Steilwand ist das am weitesten nach SW vorgeschobene Gebäude unmittelbar

an die Steilwand herangerückt worden, so daß es vom Strande aus gesehen werden kann. Es dient daher als willkommenener Festpunkt zur Orientierung. Auf der Karte ist diese Stelle als „Tunnel“ bezeichnet.

Das Dorf Sangatte liegt nur noch in geringer Höhe über dem Meeresspiegel, da es bereits zum größten Teil in den Bereich des jungen Alluviums, d. h. der Marsch fällt. Der auf der Karte eingetragene „cordon littoral des Pierrettes“ ist ein aus groben Kiesen bestehender Strandwall, auf dessen Westende noch Häuser von Sangatte stehen und der auch den Stadtteil St. Pierre von Calais trägt. Östlich von Calais wird er kiesärmer und endet bei Marck (Abb. 4) als Sandrücken. Er ist während der Nacheiszeit entstanden, als die Strandlinie noch weniger weit gegen das Meer vorgerückt war.

Die Steilwand (Falaise) von Blanc-Nez und der zugehörige Strand. Um ein anschauliches Bild von der Gestaltung des Diluviums von Sangatte und seiner Einfügung in das Landschaftsbild zu erlangen, unternimmt man am besten eine Strandwanderung vom Cran d'Escalles aus nach Sangatte.

Nachdem man den Strand durch den oben erwähnten schluchtartigen Endabschnitt des Cran erreicht hat, sieht man bei Niedrigwasser die breite Schorre oder Strandfläche vor sich, die vom Fuße der senkrecht aufragenden Felswand ganz flach zum Meere abfällt. Sie besteht aus anstehender Kreide (Cenoman) und stellt eine typische Abrasionsfläche dar, d. h. die Fläche, bis zu der das Meer den einst auch hier vorhandenen Kreiderücken abgehobelt hat. Auch heute noch schreitet die Zerstörung langsam fort und man sieht überall herabgestürzte Felspartien in Form großer Schuttkegel (Taf. 9, Abb. 5), die sich infolge der Einwirkung der Witterungseinflüsse von der Falaise losgelöst haben. Bei Tidehochwasser und besonders bei Sturmfluten tritt das Meer unmittelbar an den Fuß der Steilwand heran, umspült den Fuß der Schuttfächer, wäscht das Lockermaterial heraus, isoliert die kleinen und großen Blöcke, bewegt und rollt die kleineren, während die großen zunächst an Ort und Stelle bleiben, bis sie auch durch den Einfluß des Frostes und der chemischen Verwitterung zerfallen und allmählich abgerollt und zerrieben werden. Die Brandung wirft die Gerölle dauernd gegen den Fuß der Steilwand und häuft sie hier zu einem Strandwall an, der an vielen Stellen der französischen Kreideküste sehr ansehnliche Dimensionen annehmen kann, bei Blanc-Nez aber nur unansehnlich ist, da das Kreidgestein wegen seiner geringen Härte schnell zerrieben wird und die sonst als Gerölle weit verbreiteten Feuersteine hier nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Steilwand besteht bei Blanc-Nez nur aus Cenoman und Turon, die keinen Feuerstein führen. Nur der auf den Höhen vorhandene

Feuersteinton trägt wahrscheinlich in geringem Maße zur Belieferung des Strandes mit Feuersteinen bei. Sonst müssen sie von weiterher herangeführt worden sein, wie ja z. B. auch der Strand zwischen Gris-Nez und Equihen (südl. Boulogne) Feuersteine führt, trotzdem die Falaisen nur von feuersteinfreien Juragesteinen (Kimmeridge und Portland) gebildet werden.

Im Großen gesehen macht die Strandfläche einen recht ebenen Eindruck, wenn sie auch nicht vollständig glatt, sondern vielmehr schwachwulstig ist. Die anstehende Kreide liegt jedoch nicht immer offen zutage, sondern ist oft über größere Flächen von hellgelbem Sand überdeckt, den die Wellen und die Strömungen herangeführt haben und ständig weiter verlagern. Entsprechend der vorherrschenden Windrichtung und der damit verbundenen Verstärkung des west-östlich gerichteten Flutstromes wandert der Sand, ganz ähnlich wie an der ostfriesisch-oldenburgischen Nordseeküste nach Osten, bzw. Nordosten.

Legt man daher im Geiste über den Strand einen Schnitt senkrecht zur Kreidesteilwand, so würde darauf als Basis die Strandebene in Form einer schwach zum Meere geneigten geraden Linie erscheinen, die von einer geringmächtigen, flachgewellten Sandschicht bedeckt ist. Mit Annäherung an die Steilwand erreicht man dann den aus Kreide- und Feuersteingeröllen gebildeten, wenig mächtigen Strandwall, der in seinem meerwärts gerichteten Teil mit dem Meeressand durch Wechsellagerung kiesiger und sandiger Streifen oder durch allmähliche Anreicherung an Sand in Verbindung tritt und in ihn übergeht.

Die Gerölle des Strandwalles sowie die auf der Strandfläche abgelagerten Sande können als marine Bildungen auch marine Fossilien enthalten. Im Strandwall sind diese jedoch ausgesprochen selten, da sie hier schnell zerrieben werden. Größere Aussicht auf Erhaltung haben sie in den Sanden. Die Zusammensetzung dieser letzteren ist im übrigen bis zu einem gewissen Grade abhängig von der petrographischen Beschaffenheit der in der näheren Umgebung am Meeresufer anstehenden Gesteine. So liefern die Grünsande des Gault, die südwestlich Blanc-Nez bis in die Gegend von Wissant am Fuße der hier nur niedrigen Steilwand zutage treten, reichlich Glaukonit, dessen Körner dem Meeressande natürlich beigemischt sind.

Eine durch Hebung des Landes gegenüber dem Meeresspiegel gewissermaßen außer Funktion gesetzte und zum Festland geschlagene ehemalige Strandfläche wird um so leichter als solche wiederzuerkennen sein, je besser die auflagernden marinen Schichten, Meeressande und Gerölle des Strandwalles, eventuell durch Auflagerung jüngerer terrestrischer Sedimente vor der Abtragung

bewahrt wurden. Wir werden sehen, daß dieser Fall bei Sangatte verwirklicht ist.

Das Diluvium von Sangatte. Wir wandern nun im Gedanken in nordöstlicher Richtung an der Steilwand zu unserer Rechten entlang, verfolgen die schwach nach NO einfallenden Schichten des Cenoman und erblicken darüber, deutlich abgesetzt (Taf. 9, Abb. 5), die knolligen Kalkmergel des unteren Turons (Zone mit *Inoceramus labiatus*), die wiederum nach oben hin von den Kalken des mittleren Turons (Zone mit *Terebratulina gracilis*) überlagert werden. Die Trennungslinie Turon-Cenoman senkt sich, je weiter wir nach NO in Richtung auf Sangatte fortschreiten und liegt beim nunmehr zu besprechenden Ende der Kreide-Falaise nur noch etwa 5 m über dem jetzigen Strand. Die Farbe der Felswand ist weiß mit schwachen Schattierungen nach grau oder gelb. Diese weiße Farbe hat dem Kap Blanc-Nez zu seinem Namen verholfen. Der Felsen des weiter südlich gelegenen Kaps Gris-Nez gehört bereits dem oberen Jura des Bas-Boulonnais (= Umgebung von Boulogne) an. Sie haben eine dunkelgraue, oben gelbbraunliche Färbung.

Wenn man auf der Wanderung nordostwärts unterhalb der Tunnelgebäude angekommen ist, hört plötzlich der hier schon vorwiegend aus unterem Turon aufgebaute Kreidefelsen an einer fast senkrechten Linie auf. Die Steilwand geht aber ohne Unterbrechung in der alten Richtung weiter, nur baut sie sich von jetzt ab unter allmählicher Abnahme an Höhe aus einem lockeren Mischgestein auf, das aus zerriebenen, bröckeligen, in feuchtem Zustande fast schlammartigen Kreidemassen, groben, wenig abgerollten Kreidebrocken, hellgelben Lößlehm und mit Lehm durchsetzten Feuersteinmassen zusammengesetzt ist. Die weißlichen Anhäufungen von Kreideschlamm, von den Franzosen als „Preslé“ bezeichnet, mit den über kopfgroßen darin schwimmenden Blöcken herrschen in unmittelbarer Nähe der Kreidekante bis nahe an die Oberfläche durchaus vor, um weiter nordostwärts sich mehr und mehr auf den unteren Teil der Steilwand zu beschränken und schließlich ganz zu verschwinden. Es ist also ganz offenbar, daß das Material von der verhältnismäßig nackten Kreideoberfläche herabgeführt wurde und zwar verhältnismäßig schnell, da die alte Abbruchskante in ihrer steilen Form erhalten blieb.

Der größte Teil der diluvialen Steilwand ist aus lößartigen Lehmen von hohem Kalkgehalt zusammengesetzt, die häufig recht rein und dann von Löß nicht zu unterscheiden sind, meist aber mehr oder weniger stark Feuersteine führen. Diese Feuersteine sind ganz ungerollt, meist über faustgroß. Sie sind vielfach bankartig angereichert, durchsetzen aber auch oft den Lehm sporadisch. Besonders stark angehäuft sind die Feuersteine im oberen Teil der

Steilwand. Trotz ihrer lockeren Beschaffenheit sind die Kreideschlamm- und Lehmassen aber doch standfest genug, um eine wirkliche, fast senkrechte Steilwand zu bilden, die bei den Tunnelgebäuden etwa 24 m hoch ist (Dubois 1924).

Die aus der umfassenden Arbeit von Dubois (1924) entnommene Übersichtsfigur (Abb. 3) sowie das Bild Taf. 9, Abb. 6 sollen dazu dienen, die Einzelheiten etwas genauer darzulegen. Man erkennt am

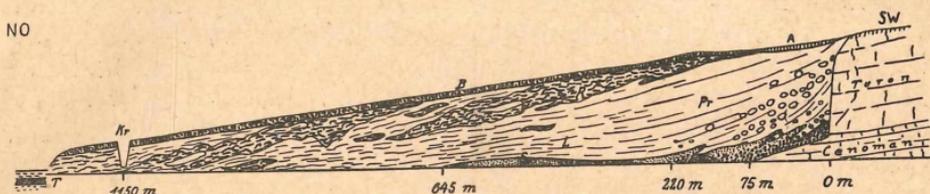


Abb. 3: Profilskizze des Diluviums von Sangatte. Nach Dubois 1924. —
 A: Alluvialer Lehm. B: Oberer Bodenbildungshorizont. Pr: Kreideschlamm = Presle, mit Kreideblöcken. L: gelber Löß mit Feuersteinen.
 R: Rostbrauner Lehm mit Feuersteinen. S: mariner Sand mit Glaukonit,
 nach SW in die Gerölle des Strandwalls übergehend. T: alluviales
 Torflager. Kr: Kreuzweg.

rechten, d. i. südwestlichen Ende des Profils die Kreidewand, die bald an einer fast senkrechten Linie abschneidet. Man erkennt aber auch, daß diese Linie nicht bis auf den heutigen Strand herunterreicht, sondern etwa 4 m über demselben aufhört, so daß sich die Kreide am Fuß der Falaise unterhalb der Lockermassen noch ein Stück weit nach NO fortsetzt.

Man sieht ohne weiteres, daß die steile Grenzlinie der Kreide eine alte Steilwand (= falaise morte) darstellt, die im übrigen die heutige Steilwand schräg und zwar unter einem Winkel von 50° schneidet. Die sich über die alte Steilwand hinaus nach NO fortsetzende und in derselben Richtung abfallende niedrige Kreidestufe ist nichts weiter als eine zu der Falaise morte gehörende ehemalige Strandfläche, deren höchster Punkt 4 m höher liegt als die höchste Stelle der heutigen Strandfläche und damit zeigt, daß der Meeresspiegel zur Zeit ihrer Bildung eine entsprechend höhere Lage hatte als der Meeresspiegel in unserer Zeit.

Über dieser alten Strandfläche folgen nun nicht sofort die oben beschriebenen heterogenen, lehmig-steinigen, diluvialen Lockermassen sondern lose marine Ablagerungen von derselben Art, wie sie auch den heutigen Strand bedecken und wie sie oben kurz beschrieben wurden. Unmittelbar am Fuße der alten Steilwand findet man zunächst den alten Strandwall, der ganz wie der heutige vorwiegend aus gerollten Feuersteinen zusammengesetzt ist und daneben untergeordnet Kreidegerölle führt. Er ist anfangs etwa 3 m mächtig und nimmt weiter nach Sangatte zu allmählich an Mächtigkeit ab, um

dann in einer Entfernung von 160—220 m vom Fuße der Falaise morte durch Abnahme des Steingehaltes und durch fingerförmiges Aufspalten und Auskeilen in gelbe, örtlich auch grüne, mehr oder weniger glaukonithaltige Meeressande überzugehen. Diese Sande legen sich zum Teil auch bis nahe an die alte Steilwand hin auf den Strandwall hinauf, genau so, wie das auch noch heute stellenweise der Fall ist.

Die Übereinstimmung zwischen dem alten gehobenen und dem heutigen Strand hinsichtlich der Ausbildung der Schorre und ihrer Bedeckung durch marine Kiese und Sande ist also so vollkommen wie möglich, so daß an der Tatsache, daß es sich hier wirklich um eine ehemalige, jetzt verschüttete Strandfläche handelt, gar nicht gezweifelt werden kann. Prestwich (1851) hat das zum ersten Mal klar ausgesprochen.

Die hellgelben und zum Teil, besonders nach oben hin, auch rostbraunen mehr oder weniger stark Feuerstein führenden, lehmigen Lockermassen, die diesen ehemaligen Strand jetzt mit über 20 m Mächtigkeit bedecken, sind nachträglich nach zurücktretender Meeresbedeckung von den umliegenden Höhen herab auf den Strand heraufgestürzt oder als Fließerden heraufgeflossen. Wie bereits angedeutet wurde, bemerkt man nahe der alten Steilwand den mit größeren Kreideblöcken durchsetzten Kreideschlamm (Presle, Taf. 10, Abb. 7), der noch deutlich die Ablagerung auf einem Sturzhang erkennen läßt. Weiter nach NO zu verlieren sich die größeren Blöcke bald und das Einfallen der Schichten wird geringer. Die Schichtung ist auch nicht gleichmäßig gut ausgebildet. An manchen Stellen, besonders dort, wo die Feuersteinführung geringer ist, kann sie ziemlich fein und deutlich werden, während sie besonders im oberen, wesentlich steinreicheren Teil der Masse zurücktreten und vollkommen verschwinden kann. Es wird wohl so sein, daß Schneeschmelz- oder Regenwässer an der Herabführung des feineren, lößartigen Materials und auch an ihrer örtlichen Umlagerung beteiligt gewesen sind, daß aber sicher auch, besonders im oberen Teil, eine Materialbewegung in Form von Fließerden stattgefunden hat. Es ist allerdings dabei festzuhalten, daß starke pseudoglaziale Schleppungen und Fältelungen, wie sie sonst wohl von eiszeitlichen „Warpbildungen“ bekannt sind, nur höchstens ganz örtlich vorkommen (Abb. 8). In den geschichteten unteren Teilen sind die Schichtflächen nur schwachwellig gestört, als ob die Masse in halbplastischem Zustande einer leichten Setzbewegung unterworfen gewesen wäre. Schichtenstörungen ähnlicher Art sind aber auch bereits auf Bodenfrosterscheinungen zurückgeführt worden. Stärkere taschenartige Schleppungen fanden sich an der Grenze zwischen Lehm und Kreideschlamm. Sie können ebenfalls auf Solifluktion beruhen. (Taf. 10, Abb. 8 und Taf. 11,

Abb. 9). Es liegt auf der Hand, daß wohlausgebildete Schleppungen oder Taschenbildungen analog den in Norddeutschland und Holland aufgefundenen stärker für den Charakter der Lockermassen von Sangatte als einer periglazialen Bildung gesprochen hätten. Auf alle Fälle sind es terrestrische Bildungen, wie die von Prestwich (1865) aufgefundenen Schalen beweisen, die sich auf folgende Arten verteilen:

Helix concinna

H. pulchella

Succinea oblonga

Pupa marginata

Arion ater

Limax agrestis

Außerdem wurde von dem Sangatter Arzt Dr. Robbe nach E. Chellonneix (1873) ein Mammutzahn gefunden, der in dieselbe Richtung deutet und außerdem auch sehr für periglaziale Bildungsbedingungen spricht, vorausgesetzt, daß er an primärer Lagerstätte liegt. Es scheint mir aber überhaupt wenig wahrscheinlich zu sein, daß sich unter der dichten Vegetationsdecke eines interglazialen oder postglazialen Klimas eine derartig bedeutende Ortsbewegung von Lockermaterial vollziehen konnte. Das war nur im periglazialen Klima möglich, dem auch die frische hellgelbliche Lößfarbe allein entspricht.

Die geologische Bedeutung des gehobenen Strandes von Sangatte erstreckt sich auf verschiedene Probleme. Zunächst natürlich erfahren wir, daß zu einem noch genauer festzulegenden Zeitpunkt der Meeresspiegel gegenüber dem Festlande eine um etwa 4 m höhere Lage gehabt hat und daß damals die das Land abschließende Falaise nicht denselben Verlauf hatte wie heute, sondern von der jetzigen Steilwand unter einem Winkel von etwa 50° geschnitten wird.

In welches Zeitalter dieser Hochstand des Meeresspiegels fällt, läßt sich nur aus einer gründlichen Untersuchung der diluvialen Lockermassen erschließen. Natürlich könnte man an sich auch andere gehobene Strandterrassen am Kanal, die nach ihrer Höhenlage und ihrem Erhaltungszustande eine Gleichaltrigkeit wahrscheinlich machen, zur Hilfe heranziehen. Es würde das aber den Rahmen der vorliegenden Arbeit weit überschreiten und auch das Ergebnis nicht wesentlich beeinflussen. Ich sehe daher davon ab.

Ich habe schon angedeutet, daß nur ein eiszeitliches Klima mit lückenhaftem Pflanzenwuchs, starken Bodenfrost- und Fließerdeerscheinungen und den aus beiden Bedingungen sich ergebenden intensiven Abspülungen durch Niederschlags- und Schneeschmelzwässer eine derartig bedeutende und flachgelagerte Aufschüttung unterhalb einer Steilwand erklären kann. Die starke Beimischung von Löß deutet auch in diese Richtung, denn wenn es sich auch wohl durchweg um umgelagerten Löß handelt, so würde eine Verschwemmung alten, verlehnten Lösses doch die dunklere,

braune Farbe, die diesem letzteren eigen ist, nicht verändern können. Vielleicht ist die Braunfärbung eines Teils der feuersteinreichen oberen Schichten auf derartiges älteres Material zurückzuführen, das aus der Umgebung herangeschwemmt wurde. Es wird auf diese Frage noch zurückzukommen sein. Wahrscheinlich ist jedoch, daß in der Hauptsache der Löß während seiner Bildungszeit, d. h. während einer Eiszeit, laufend von den Höhen abgeschwemmt und dem Aufschüttungskegel beigelegt wurde.

Schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob die ganze Masse einer einzigen Eiszeit ihre Entstehung verdankt oder ob sich ihre Bildung auf zwei oder mehrere Eiszeiten verteilt. Hier herrscht unter den französischen Geologen keine Einstimmigkeit.

Normalerweise muß sich eine während einer glazialen Phase abgesetzte Ablagerung in einer darauf folgenden Zeit feucht-gemäßigten Klimas den verstärkt auf sie einwirkenden Kräften der chemischen Verwitterung anpassen. Sie muß verwittern und sich den für dieses Klima eigentümlichen Bodenbildungsprozessen unterwerfen. In unserem ozeanischen Klima führt das zu einer Verlehmung und zu einer Oxydierung der zweiwertigen Eisenverbindungen zu rostbraunem Eisenoxydhydrat. Wenn also die Ablagerungen zweier Eiszeiten übereinander vorhanden sein sollten, so müßten sie durch eine braune Bodenbildungszone im hangenden Teile der älteren glazialen Bildung getrennt sein.

Eine solche Trennung wird auch von Briquet (1908, 1930) behauptet und schematisch abgebildet. Dubois dagegen hält die Masse für einheitlich, wenn auch das Vorhandensein rostbrauner Einlagerungen zugegeben wird. Diese letzteren, von Dubois in Anlehnung an ältere Vorbilder als „rotes Diluvium“ bezeichnet, sind aber sehr unregelmäßig angeordnet, so daß ihre Deutung zweifelhaft ist. Ich persönlich habe mich ebenfalls nicht dazu entschließen können, die im mittleren und oberen Teil verteilten bräunlichen, meist recht steinreichen Partien als alte, interglaziale Bodenoberfläche anzusehen. Sie mögen, wie oben bereits angedeutet wurde, aus alten, tiefverwitterten Decken von Argile à silex umgelagert sein, worauf der Reichtum an Feuersteinen hinweisen würde, oder es handelt sich um Gesteinskomplexe, in denen infolge ihrer Grobkörnigkeit das sauerstoffreiche Oberflächenwasser leichter eindringen konnte, um hier die beobachteten Oxydationen durchzuführen. Derartige Erscheinungen finden sich im älteren norddeutschen Diluvium häufig. Es ist in diesem Zusammenhange auch erwähnenswert, daß die marine Kies- und Geröllschicht auf dem alten, gehobenen Strand ebenfalls stark braungefärbt ist. Da man wohl nicht annehmen kann, daß hier ein langdauernder Bodenbildungsprozeß vor sich gegangen ist, ehe sich die Kreideschuttmassen darüber legten, so läßt sich die intensive Oxydation wohl

auch am besten durch sauerstoffreiche Grundwässer erklären, die sich in den groben Geröllen leichter fortbewegen konnten als in der undurchlässigeren Umgebung.

Es soll bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt bleiben, daß sich in der nächsten Umgebung von Abbeville an der Somme, in den Vororten Menchecourt und Mautort marine Sande und Gerölle in die fluviatilen Aufschüttungen eingeschaltet finden und zwar in einer Höhenlage, die derjenigen des alten Strandwalles von Sangatte ungefähr entspricht. Bei Mautort soll der die marinen Sande bedeckende Lehm nach *Common* (1910) eine Verwitterungszone eingeschaltet enthalten, die von *Briquet* (1930) in demselben Sinne wie bei Sangatte gedeutet wird. Da die Aufschlüsse schon seit langem nicht mehr bestehen, ist eine Kontrolle unmöglich.

Es erscheint mir daher bis zum wirklichen Beweise des Gegenteils zweckmäßig zu sein, die ganze Masse des diluvialen Schuttes von Sangatte als einheitlich anzusehen. Wir können dann annehmen, daß sie während der letzten Eiszeit, d. h. der Weichsel- oder Würmvereisung, entstanden ist. Das Auffinden des Mammut-Backenzahnes durch *Robbe* steht mit dieser Annahme durchaus im Einklang.

Eine weitere wichtigere Frage, die sich unmittelbar an die vorhergehende anschließt, ist die nach der Entstehungszeit der alten gehobenen Strandfläche und der dazu gehörenden Steilwand (*falaise morte*).

Da es sich hier um Auswirkungen eines hohen Wasserstandes handelt, der sich auch an anderen Stellen des Kanals durch Strandterrassenbildungen und Strandwälle bemerkbar gemacht hat, also keine rein örtliche Einrichtung darstellt, so liegt es nach den eingangs gemachten allgemeinen Ausführungen auf der Hand, die Bildung des gehobenen Strandes von Sangatte in ein Interglazial einzuordnen und zwar, wegen der engen Verknüpfung mit den weichseleiszeitlichen Aufschüttungsvorgängen, in das Saale-Weichsel-Interglazial. Die noch umstrittene Warthe-Vereisung ziehe ich hier nicht in Betracht.

Zur Beantwortung dieser Frage ist es zunächst einmal von Bedeutung zu wissen, unter welchem Klima die Bildung erfolgte. In den marinen glaukonithaltigen Sanden wurden von *Robbe* und *Dubois* (*Dubois* 1924) eine bescheidene Anzahl von Muscheln gefunden:

<i>Cardium edule</i> L. (häufig)	<i>Purpura lapillus</i> L. (z. h.)
<i>Mytilus edulis</i> L. (häufig)	<i>Litorina litorea</i> L. (selten)
<i>Tellina baltica</i> L. (zieml. häufig)	<i>Modiola modiolus</i> L. (selten)
<i>Littorina obtusata</i> (zieml. häufig)	<i>Buccinum undatum</i> L. (S. selten)

Diese Fauna hat nach *Dubois* boreal-lusitanischen Charakter und zwar mehr boreal als lusitanisch. Das entspricht einem Klima

ähnlich dem heutigen; vielleicht war es um ein geringes kühler, jedoch auf alle Fälle interglazial. Dieses Ergebnis entspricht unseren Erwartungen und paßt zu den Vorstellungen, die wir uns eingangs über die Einwirkung der Vereisungen auf den Stand des Meeresspiegels gemacht haben. Danach mußte ein hoher Wasserstand in eine Zwischeneiszeit fallen.

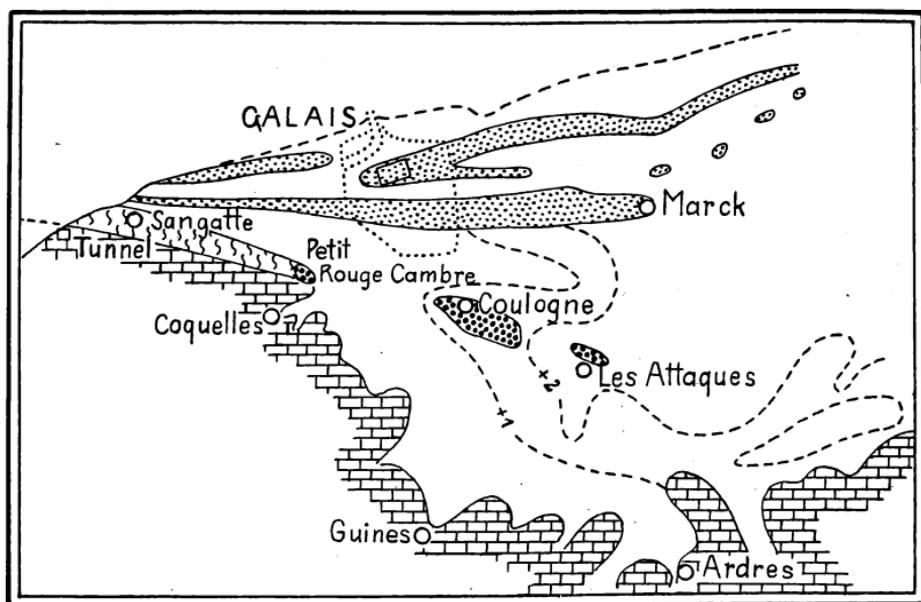
Bald nach der Ablagerung des alten Strandwalles und der Meeressande muß die Überlagerung des zugehörigen Strandess mit Kreidematerial begonnen haben. Es ist nicht wahrscheinlich, daß nach dem Einsetzen des eustatischen Absinkens des Meeresspiegels infolge beginnender Anhäufung von Eis auf den Kontinenten die lockeren Sande lange an Ort und Stelle verblieben wären. Das Kühlerwerden des Klimas ist allmählich erfolgt, wie alle interglazialen Vegetationsspektren erkennen lassen. Ebenso langsam erfolgte das Anwachsen der Eismassen und damit das Absinken des Meeresspiegels. Während dieser Zeit ging die Bildung des Sturzhanges unmittelbar vor der falaise morte vor sich, denn die Preslemassen bestehen fast ausschließlich aus Kreidematerial mit groben, von oben heruntergekommenen Blöcken. Erst erheblich später kann das Inlandeis selbst als Klimafaktor in Tätigkeit getreten sein durch Erzeugung der über dem Eiskörper liegenden Kaltluftpelt und der von ihr herrührenden abeisigen Lößwinde. In diese Zeit würde dann die Anhäufung des lößähnlichen Materials fallen, die zunächst weniger Feuersteine als die hangenden Schichten enthalten. Vielleicht ist die Zunahme der Feuersteinführung nach oben hin darauf zurückzuführen, daß sich der den Hang bis zum Gebirgskamm hinauf bekleidende Argile à silex immer mehr durch Erdfließen dem Anhäufungsgebiet näherte. Wahrscheinlich sind die physikalischen Verwitterungsvorgänge (Spaltenfrost usw.) auch stark genug gewesen, um aus dem in einiger Entfernung am Hang anstehenden Schichten des Senon und des oberen Turons (Schichten mit *Micraster breviporus*) laufend die eingeschlossenen Feuersteinknollen frei zu machen und zusammen mit dem immer wieder sich niederschlagenden Löß durch Solifluktion hangabwärts zu führen. In unmittelbarer Nähe über dem Steilhang stehen keine Feuerstein führenden Schichten an, so daß erst eine gewisse Zeit nötig war, sie in größerer Menge heranzuführen. Vielleicht war auch das Klima während der zweiten Hälfte des Akkumulationsvorganges günstiger für Solifluktionvorgänge. Das sind vorläufig alles nur Vermutungen, die aber ausgesprochen werden sollen, um zu weiteren geologischen Untersuchungen über den klimatischen Ablauf einer Eiszeit anzuregen. Auf alle Fälle schließt sich die Aufschüttung des Sangatter Schuttfächers so eng an die Bildung der Strandfläche und der darauf lagernden marinen Bildungen an, daß keine Be-

denken bestehen, den durch sie angezeigten Hochstand des Meeres in das Saale-Weichsel-(Riß-Würm-) Interglazial zu stellen.

Von großer Bedeutung für weitere aus dem Sangatter Diluvium zu ziehende Schlußfolgerungen ist die Zusammensetzung des im alten Strandwall vorhandenen Geröllbestandes. Es war bereits gesagt worden, daß die Mehrzahl der Gerölle aus Feuersteinen besteht, genau wie auf dem heutigen Strande, trotzdem die an der Steilwand in der Umgebung des Blanc-Nez anstehenden Kreidehorizonte so gut wie keinen Feuerstein enthalten. Die Feuersteine mögen z. T. aus dem Argile à silex herrühren, der die Oberfläche der küstennahen Gebirgshänge, wenn auch nur lückenhaft, überdeckt. Außerdem steht das feuersteinführende Oberturon und Senon in nur geringer Entfernung (einige 100 m) schon an. Da aber auch in den Strandwällen vor der Jura-Steilküste der Umgebung von Boulogne Feuersteingerölle häufig sind, so hat offenbar eine Verbreitung der Gerölle durch das Meer (Eistransport, Strandversetzung usw.) stattgefunden, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Ebenso haben die Kreidegerölle und die ebenfalls in der Nähe des Blanc-Nez auch noch heute (Noires Mottes) anstehenden braunen Eisensandsteine des Diestien (unteres Pliozän) für die hier vorliegenden Fragen keine wesentliche Bedeutung. Interessanter sind schon Gerölle, die aus dem Portland des Boulonnais stammen und auf die Prestwich (1865) erstmalig hingewiesen hat. Sie könnten nicht hierher gelangt sein, wenn zu der damaligen Zeit der Pas de Calais nicht bereits geöffnet gewesen wäre. Noch wichtiger und beweisender ist aber das, wenn auch seltene, Vorkommen von Geröllern, die aus der Gegend des armorikanischen Gebirges, d. h. aus der Halbinsel Cotentin, der Bretagne und den normannischen Inseln hergeleitet werden müssen. Auch auf diese Gerölle hat Prestwich 1865 zuerst aufmerksam gemacht. Später sind nach langem Suchen noch einige wenige gefunden worden. Sie müssen auf alle Fälle auf dem Seewege, spätestens zur Zeit ihrer Ablagerung, nach Sangatte gelangt sein. Das setzt, unabhängig von der Art des Transportes, das Vorhandensein von West-Ost-Strömungen voraus, wie sie auch heute noch im Kanal vorherrschen. Wir dürfen also daraus den Schluß ziehen, daß zur Zeit des letzten Interglazials der Kanal bei Calais und Dover bereits mit der Nordsee in Verbindung stand. Die Herstellung der Landverbindung zwischen Calais und Dover kann während der letzten Vereisung also nur durch das Absinken des Meeresspiegels um etwa 60 m zustande gekommen sein, ein Betrag, der durchaus innerhalb des Bereiches der Wahrscheinlichkeit liegt. Natürlich braucht dies nicht die einzige Landverbindung gewesen zu sein, doch soll auf diesen Fragenkomplex hier nicht näher eingegangen werden. Durch das Wiederansteigen des Meeresspiegels im Laufe

der Nacheiszeit wurde dann der Boden der Straße von Dover wieder überflutet. Der Zeitpunkt ist uns jedoch nicht genau bekannt.

Es soll hier nicht versucht werden, die Frage nach der Art des Transportes der Gerölle von der Normandie oder Bretagne nach Sangatte im einzelnen zu diskutieren. In der französischen Literatur herrscht die Ansicht vor, daß es sich um einen Transport durch Eisschollen handelt. Außerdem kommt eine Verfrachtung durch Tang in Frage, der bekanntlich sehr fest an Steinen anwächst und bei Stürmen mitsamt seiner Unterlage ins Treiben ge-



1



2



3



4

Abb. 4: Strandwälle in der Umgebung von Sangatte. Nach Briquet 1930.
1. Diluvium von Sangatte. 2. Rand des älteren Gebirges. 3. Reste des interglazialen Strandwalles. 4. Reste zweier postglazialer Strandwälle.

raten kann (Briquet 1930). Gewisse Schwierigkeiten bestehen noch, wenn es sich darum handelt zu erklären, warum die armorikanischen Gerölle im gehobenen Strandwall von Sangatte so selten sind, während sie in dem nacheiszeitlichen Strandwall von Les Pierettes (Abb. 2 und 4), der ganz in der Nähe liegt und fast identischen Entstehungsbedingungen unterworfen war, weit zahlreicher vorkommen. Hier sind die Erklärungsversuche, auf die nicht näher eingegangen werden soll, noch nicht voll befriedigend. (Dubois 1924, 1929).

Die alte Falaise läßt sich von Sangatte-Tunnel aus weiter in Richtung Coquelles verfolgen, wenn auch mit einigen Schwierigkeiten, da das sanft abfallende Gelände eine Lehmdecke trägt und oberflächlich keine Kante erkennbar ist. Bei der Ferme Petite Rouge Cambre (Abb. 4) erreicht die Steilwand ihr Ende. An sie schließt sich ein rundlicher, im Gelände nur schwach hervortretender Hügel an, der aus Sanden mit groben Geröllen zusammengesetzt ist, die dieselbe Zusammensetzung und denselben Verwitterungsgrad haben, wie der alte begrabene Strandwall auf dem gehobenen Ufer. Seine größte Höhe liegt bei + 8 m NN, während der höchste Punkt des alten Strandwalles von Sangatte bei + 11 m liegt. Ein weiterer, erheblich umfangreicherer Hügel erhebt sich weiter östlich bei Coulogne aus der umgebenden, nur 1—2 m hohen (Abb. 4), ebenen Marsch heraus. Er besteht ebenfalls aus Sanden und groben Kiesen und erreicht + 8,43 m. Geht man noch weiter in derselben Richtung nach Osten, so gelangt man zu dem letzten derartigen Hügel unmittelbar nördlich des Dorfes Les Attaques. Seine Höhe beträgt nur noch etwa + 5 m NN. Es ist mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß alle drei Kieshügel ursprünglich zu einem langgestreckten Rücken vereinigt gewesen sind, der nichts weiter darstellte, als einen mächtigen Strandwall, wie wir ihn in geringerer Höhenlage (+ 5 m NN im Maximum) im schon genannten jüngeren Strandwall von les Pierrettes zwischen Sangatte und Calais vor uns haben und in eindrucksvoller Größe und Länge in dem rezenten Strandwall zwischen Ault und Le Hourdel südl. der Somme. Sie sind alle dadurch entstanden, daß die an den Steilküsten entlang laufende Strömung (d. h. der durch Westwinde verstärkte Flutstrom) mit Unterstützung der Brandungswellen Material, zunächst Sand, mitführte, der sich im Schutze vorspringender Kaps unter Bildung von langgestreckten Bänken ablagerte. Erreichten diese Sandbänke allmählich die Mittelhochwasserlinie, so konnte mehr und mehr grobes Material, Feuersteingerölle z. B., auf ihrem meerwärts gerichteten Ufer entlang wandern und sich hier zu großen Strandwällen anhäufen, die ähnlich wie die Halbinsel Hela an der Danziger Bucht an die vorspringende Ecke der Steilwand sozusagen angehängt sind. Jüngere, noch in Tätigkeit befindliche Strandwälle und solche, die zwar nacheiszeitlich sind, aber jetzt infolge zunehmender Anlandung inmitten der Marsch liegen, sind meist noch unversehrt und bestehen aus frischem, gar nicht oder kaum verwittertem Material, während der uns hier beschäftigende Strandwall von Petite-Rouge-Cambre-Coulogne-Les Attaques starke Verwitterungserscheinungen aufweist und daher schon aus diesem Grunde als älter angesprochen werden muß. Er ist auch durch die Tätigkeit der Atmosphärien und des nacheiszeitlichen Meeres erniedrigt und durchbrochen worden.

Die Richtung der an vorspringenden Steilküsten angeschlossenen Strandwälle hängt natürlich von der Richtung der Strömung und diese wieder in erheblichem Maße von der Richtung der Steilküste selbst ab. Wird die Richtung der Steilküste durch allmähliches Zurückweichen vor den Angriffen des Meeres verändert, so muß sich auch die Richtung der Strömung ändern und damit der Verlauf des Strandwalles. Es kommt häufig zur Bildung eines neuen Strandwalles vor dem bisherigen. Die Abb. 4 zeigt den Verlauf von drei verschiedenen Strandwällen, die dem fortdauernden Zurückweichen der Steilwand von Blanc-Nez entsprechen. Von ihnen ist der südlichste, eben der von Petite-Rouge-Cambre-Coulogne-Les Attaques, letztinterglazial, der mittlere, d. h. der von les Pierrettes, postglazial und funktionslos, der nördlichere jungalluvial und noch ufernah.

Schon aus dem Verlauf des interglazialen Strandwalles können wir also schließen, daß während der letzten Zwischeneiszeit die Küstenlinie im Bereiche des heutigen Kap Blanc-Nez einen anderen Verlauf gehabt haben muß als jetzt, d. h. daß sie die Richtung nach W fortgesetzt haben muß, die die begrabene Steilwand zwischen Coquelles und Sangatte und der sich nach O anschließende Strandwall noch heute haben. Diese Richtung wird von der heutigen Steilwand unter einem Winkel von rund 50 Grad geschnitten.

Wie weit das interglaziale Kap Blanc-Nez nach Westen über die heutige Küstenlinie hinaus vorsprang, wissen wir nicht. Die auf Abb. 2 eingezeichneten Klippen (Quenocs und Rouge Riden), die aus einem harten quarzitischen Sandstein der unteren Kreide (Aptien) bestehen, haben vielleicht damals noch vorspringende Punkte an der Küste gebildet, so daß die Küstenlinie offenbar komplizierter gewesen ist, als das eine gradlinige Fortsetzung der Linie Petite-Rouge-Cambre-Sangatte anzeigen würde. Auf alle Fälle zeigt die Anordnung des alten Strandwalles von Petite-Rouge-Cambre-Coulogne-Les Attaques, daß dieser nur durch eine aus dem Kanal in die Nordsee setzende west-östliche Strömung erzeugt worden sein kann, was auch ohne das Auffinden von Geröllen aus der Gegend der Bretagne und Normandie auf das Vorhandensein der Straße von Dover im letzten Interglazial hinweisen würde.

Schriftenverzeichnis.

- Barrois, Ch. Note sur la faune quaternaire de Sangatte. Ann. Soc. géol. Nord, Bd. VII, 1880, S. 181—183.
- Sur les formations quaternaires et actuelles des côtes du Boulonnais. Bull. Soc. Géol. France, 3. Serie, Bd. VIII, 1880 (außerordentl. Versamml.), S. 552—557.
- Briquet, A., Extension de la plage soulevée de Sangatte. Ann. Soc. Géol. Nord, Bd. 34, 1905, S. 109—111.
- Notes sur quelques formations quaternaires du littoral du Pas-de-Calais. Ann. Soc. Géol. Nord. Bd. XXXV, 1906, S. 211—236.

- Sur une excursion dans le pleistocène du Nord de la France en compagnie de M. le Prof. Frank Leverett. Ann. Soc. géol. Nord, Bd. 37, 1908, S. 293—296.
- Sur l'origine du Pas-de-Calais. Ann. Soc. Géol. Nord, Bd. 46, 1921, S. 141—157.
- Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Paris 1930, Armand Colin, 439 S. Grundlegendes Werk mit großem Literaturverzeichnis.
- Chellonneix**, Découverte de l'humérus d'un mammifère à Sangatte. Ann. Soc. Géol. Nord, Bd. 1, 1872, S. 9.
 - Note sur le Diluvium de Sangatte et les assises crétacées du Cap Blanc-Nez. Mém. Soc. Sc. Arts, Agric. de Lille, Bd. X, 3. Serie, 1872, 27 S.
 - Découverte d'un Elephas primigenius à Sangatte. Ann. Soc. Géol. Nord, Bd. 1, 1873, S. 38—40.
- Commont**, V., Excursion de la Société Géologique du Nord et de la Faculté des Sciences de Lille à Abbeville, le 11 juin 1910 usw. Ann. Soc. Géol. Nord, Bd. 39, 1910, S. 249—293.
- Dubois**, G., Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. Mém. Soc. Géol. Nord, Bd. VIII, 1, 1924, 355 S. Grundlegendes Werk mit großem Literaturverzeichnis.
 - Répartition et origine des galets exotiques dans les formations quaternaires marines du Nord de la France. Ann. Soc. Géol. Nord, Bd. 48, 1923, S. 188.
 - Blocs et galets exotiques dans la Manche et la Mer du Nord. C. R. du Congrès des Sociétés savantes, 1929, Sciences, S. 1—7.
- Douxami**, H., L'origine et la formation du Pas-de-Calais. Congr. des Sc. Histor. de Dunkerque; Soc. Dunkerquoise Encour. Lettres et Arts, Bd. 2, 1908, S. 269—291.
- Gossélet**, J., De l'ouverture du Pas-de-Calais au Congrès de Boulogne-sur-Mer. Ann. Soc. Géol. Nord. Bd. 28, 1899, S. 289—297.
 - Esquisse Géologique du Nord de la France et des contrées voisines; Terrains quaternaires. Lille 1903. S. 343—421.
- Heck**, H.-L. Die nordfriesische neuzeitliche Küstensenkung als Folge diluvialer Tektonik. Jb. preuß. geol. L.-A. f. 1936, Bd. 57, S. 48—84. Berlin 1937.
- Prestwich**, J., On the Drift at Sandgatte Cliff near Calais. Quart. Journal of the geological Society of London, Bd. VII, 1851, S. 274—278.
 - Additional observations on the raised beach of Sangatte, with references to the date of the English Channel and the presence of loess in the cliff section. Quart. Journ. Geol. Soc. London, Bd. 21, 1865, S. 440—442.
 - Note et observations théoriques sur la plage soulevée de Sangatte. Bull. Soc. Géol. France, Bd. 8, 3. Serie, 1880, S. 547—552.

Erklärung der Abbildungen

Tafel IX.

Abb. 5: Steilwand (Falaise) nordöstlich Blanc-Nez. — Die Grenze zwischen Turon (oben) und Cenoman (unten) tritt gut hervor. Schuttkegel! Der Strandwall ist nur geringfügig. Der größte Teil der Strandfläche ist vom Meeressand bedeckt. Phot. Dewers.

Abb. 6: Bild des gehobenen Strandes und der alten Steilwand (Falaise morte). — Die Steilwand ist durch einen kleinen schwarzen Pfeil bezeichnet. Der rezente Strandwall ist hier besser ausgebildet als auf Abb. 5. Phot. Dewers.

Tafel X.

Abb. 7: Fuß der diluvialen Aufschüttung in einiger Entfernung von der alten Steilwand. In der Bildmitte Presle mit Kreideblöcken, darunter, teilweise bloßgelegt, braungefärbter Meeressand, darüber gelber Löß mit Feuersteinen und unscharfer Schichtung. Ganz vorn Gerölle des rezenten Strandwalles.

Phot. Dewers.

Abb. 8: Ausschnitt vom Fuße des Diluviums von Sangatte. — Taschenbildungen an der Grenze von weißlicher Presle (unten) und darüberliegenden bräunlichen Lehmen. Im Vordergrund Talus aus Absturzmassen.

Phot. Dewers.

Tafel XI.

Abb. 9: Teil der diluvialen Steilwand von Sangatte mit feiner, gestörter Schichtung und fehlender Steinführung.

Phot. Dewers.

Druckfertig eingegangen am 15. Mai 1942



Abb. 7

Phot. Dewers



Abb. 8

Phot. Dewers

Zur Arbeit von Dewers



Abb. 9

Phot. Dewers

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen](#)

Jahr/Year: 1942/51

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Dewers Ferdinand

Artikel/Article: [Die geologische Bedeutung des gehobenen Strandes von Sangatte an der Kanalküste \(Dep. Pas-de-Calais\) 233-252](#)