

## Ergebnisse feintektonischer Untersuchungen im südlichen Baden und im Jura.

Von H. PHILIPP.

Mitteilung aus dem geologisch-mineralogischen Institut der Universität Köln.

Vor mehreren Jahren habe ich nachgewiesen<sup>1</sup>, daß wir unabhängig von der alten varistischen NE-Richtung, dem sogenannten erzgebirgischen Streichen, eine sehr junge Tektonik in ENE-Richtung haben, die sich sowohl makrotektonisch wie im Kluftdiagramm durch das ganze Gebiet der deutschen Mittelgebirge nachweisen läßt und offenbar in engem Zusammenhang mit der jungen alpinen Tektonik zu stehen schien. Nach dem starken Vorwalten dieser ENE-Richtung im süddeutschen Raum und speziell in Württemberg, wo ich mich besonders auf die Darstellung G. WAGNER's<sup>2</sup> stützen konnte, habe ich die Richtung dieser jungen ENE-Linien als schwäbische bezeichnet.

Eine weitere Bestätigung fand meine Auffassung in Schwaben zunächst durch MANFRED FRANK<sup>3</sup>. Die von ihm vom mittleren bis zum östlichen Württemberg nachgewiesene Bruchfaltung sichert einerseits die von mir auf Grund der G. WAGNER'schen Angaben eingezeichneten ENE-Linien zwischen Heilbronn und Crailsheim (Bietigheimer Mulde—Pleidelsheimer Mulde—fränkische Furche und Neckar—Jagst-Mulde); andererseits betonte FRANK ebenfalls das äußerst junge Alter dieser Krustenbewegung. Im Vorland der mittleren Schwäbischen Alb hat dann HEINZELMANN<sup>4</sup> in der Großtektonik das junge ENE-System (Jungtertiär bis Diluvium) bestätigt und auf die Übereinstimmung mit der Klufttektonik hingewiesen. Als Dritten erwähne ich in Schwaben HILLENBRAND<sup>5</sup>. In einer eingehenden klufttektonischen Arbeit weist er die Existenz hercynischer, rheinischer und schwäbischer Klüfte nach, wobei er sich mit Recht gegen die Koordination von Kluftscharen im Sinne LÜDER'scher und MOHR'scher Systeme wendet; er kommt ebenfalls zur Auffassung, daß die ENE-Richtung jünger als die her-

---

<sup>1</sup> H. PHILIPP: Das ONO-System in Deutschland und seine Stellung innerhalb des saxonischen Bewegungsbildes. Abh. Heidelberger Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. Nr. 17. 1931.

<sup>2</sup> G. WAGNER: Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. Erdgeschichtl. u. landeskundl. Abh. aus Schwaben u. Franken. H. 10. Öhringen 1929.

<sup>3</sup> M. FRANK: Zur Tektonik der Keuperrandstufe im mittleren Württemberg. N. Jb. Min. Abt. B. Beil.-Bd. 67. 1931. S. 87—112.

<sup>4</sup> K. HEINZELMANN: Tektonische Untersuchungen im Vorlande der mittleren Schwäbischen Alb. Mitt. a. d. min. geol. Inst. d. Techn. Hochschule in Stuttgart. 1935. S. 1—72.

<sup>5</sup> R. H. HILLENBRAND: Kluftuntersuchungen am Albrand westlich von Ulm. Heidelberger Dissertation. 1934. (Druck bei W. Postberg, Bottrop i. W.)

cynische ist, weicht aber insofern von mir ab, als er das rheinische System, unter dem er offenbar die eggische und die rheinische Richtung zusammenfaßt, für jünger als das schwäbische hält. Diese Unstimmigkeit scheint mir aber tatsächlich nicht zu bestehen. Wie aus den HILLENBRAND'schen Ausführungen (vgl. speziell S. 76—77 und 82—84) hervorgeht, hat er zu seinem schwäbischen System zwei, wie auch aus seinen Kurven ersichtlich, völlig getrennte Gruppen vereinigt, nämlich diejenige, die meiner jungen schwäbischen Richtung im engeren Sinne entspricht und eine die bei rund 95—115° liegt. Letztere deckt sich aber absolut mit der gleich zu erörternden „Pyrenäischen“ E—W-Richtung, die als älteste der jungen saxónisch-alpinen Richtungssysteme anzusprechen ist. Hiermit würde in Übereinstimmung stehen, daß in der HILLENBRAND'schen Tabelle (S. 82) die in den pyrenäischen Bereich fallenden Käfte nicht eine einzige hercynische Kluft abschneiden, eben weil jene die älteren sind, während umgekehrt die wirklich schwäbischen und die rheinischen Klüfte die hercynischen abschneiden. Somit dürften auch die HILLENBRAND'schen Messungen sich ganz mit meinen Resultaten decken.

Im Jahre 1935 habe ich dann auf der Frankfurter Tagung der Geologischen Vereinigung eine vorläufige Mitteilung über Studien im französischen Jura gegeben<sup>6</sup>. Zweck der Untersuchung war der Nachweis, wie weit die jüngeren saxónischen Richtungen und ihr Altersverhältnis auch für den Mechanismus der Alpenbewegung, und zwar zunächst für den Jura Gültigkeit besitzen. Die Ergebnisse, die sich inzwischen auf zwei neuen Untersuchungsreisen bestätigen ließen, sind folgende<sup>7</sup>: Die rheinische NNE-Tektonik läßt sich im Tafeljura, also westlich der Saône-Senke, von Dijon bis Lyon und im Faltenjura zunächst aus der Gegend nördlich von Besançon über Lons-le-Saunier bis in den südlichen Teil des Blattes Nantua hinunter nachweisen; sie tritt auch feintektonisch ausgezeichnet hervor. Außerdem ließ sich die N—S-Richtung (eggische Richtung) und als jüngste in Groß- und Feintektonik die ENE-Richtung einwandfrei festlegen. Die rheinische Tektonik beiderseits der Saône-Senke ist eine Bruchfaltung, wobei im westlichen Teil die Bruchtektonik, östlich der Senke die Faltungsvorgänge dominieren. Als wichtigstes Resultat ergab sich, daß der Faltenjura entgegen der allgemeinen Annahme, keinen Bogen im tektonischen Sinne darstellt, sondern das Resultat einer Vergitterung von rheinischer NNE-Tektonik mit der jüngeren ENE-Tektonik ist. Demzufolge läßt sich die ENE-Tektonik gleichfalls in Klüften, Brüchen, Überschiebungen und Falten vom westlichen Tafeljura bis in die östlichen Ketten des Faltenjura verfolgen. Am deutlichsten tritt die Vergitterung südlich von Besançon außerdem zwischen Champagnole und St. Claude schon im morphologischen Kartenbild hervor. In den Knotenpunkten beider Systeme bilden sich

<sup>6</sup> H. PHILIPP: Saône-Rhône-Senke und Jura in ihren Beziehungen zur saxónischen Tektonik. Geol. Rdsch. Bd. XXVI. Heft 1/2. 1935.

<sup>7</sup> Bezüglich aller Einzelheiten verweise ich auf die demnächste Veröffentlichung.

<sup>8</sup> Geologischer Atlas der Schweiz. Basel 1936.

sogenannte Brachyantiklinalen. Neuerdings haben BUXTORF und CHRIST in den Erläuterungen zu den Blättern Laufen, Bretzwil, Erschwil und Mümliswil des nördlichen Schweizer Jura von einer „Interferenz von oligocänen rhenanischen Störungen mit jungtertiären Faltungswirkungen“ gesprochen und von dem Auftreten von Brachyantiklinalen in größerer Anzahl infolge der Interferenz. Dies würde sich also sehr mit unserer Auffassung decken. Dort, wo bereits hercynische, also NW-Elemente bestanden, kann es infolge einer Durchkreuzung der drei Hauptrichtungen zu „Tripelpunkten“ kommen mit komplizierter Tektonik und Aufbrüchen bis zur Trias hinunter, wie z. B. im Tafeljura bei Mâlain, westlich Dijon, und in besonders charakteristischer Weise im Faltenjura bei Salins-les-Bains, südlich Besançon. Im allgemeinen spielen aber die hercynischen Richtungen und eine noch ältere E—W-Richtung im Gesamtbild des Faltenjura nur eine untergeordnete Rolle. Meist dienen die ersteren, bei Vallorbe-Pontarlier auch N-S Brüche, infolge ihrer radialen Stellung den jüngeren alpinen Schüben als vertikale Ausgleichsblätter, die sich außer in den großen tektonischen Blattverschiebungen auch feintektonisch immer wieder nachweisen lassen und eine ausgeprägte höchst charakteristische Horizontalstreifung aufweisen.

Die Ergebnisse im Jura veranlaßten mich, folgende Altersfolge der alpin-saxonischen Richtungen aufzustellen, wobei ich wegen der regionalen Verbreitung der betreffenden Richtungen die Bezeichnung „schwäbisch“ in „svebo-helvetisch“ und „rheinisch“ in „rheno-rhodanisch“ erweitert habe.

Mit der jüngsten Richtung beginnend:

svebo-helvetisch: rund N 50—70 E

rheno-rhodanisch: rund N 20—30 (45) E

eggisch: rund N 15 W—N 5 E

hercynisch: mehrere Phasen im NW Quadranten

pyrenäisch: rund N 80—120 E.

Die Lage zwischen den deutschen Mittelgebirgen und dem Faltenjura ließ das südliche Baden gewissermaßen als ein Testobjekt für die Richtigkeit der entwickelten Auffassung erscheinen; vor allen Dingen handelte es sich darum, wie weit auch hier die ENE-Richtung trotz der starken Ausprägung hercynischer, eggischer und rheinischer Elemente noch nachzuweisen ist und wie weit sich die gegenseitigen Altersbeziehungen hier bestätigen lassen. In der Makrotektonik sind ENE-Dislokationen aus der Umgebung Freiburgs schon bekannt. Die geologische Karte des Tuniberges weist solche auf; auch im Loretto- und Schönberg scheinen sie als Querstörungen aufzutreten und sich von hier in das Kristallin des Schwarzwaldes fortzusetzen. Vom Kaiserstuhl erwähnt PFANNENSTIEL<sup>9</sup> das Streichen der streifigen Marmor am Badloch mit N 60 E und in gleicher Richtung die allgemeine Streichrichtung südwestlich der Rütte. Wie weit tektonische Störungen der

<sup>9</sup> M. PFANNENSTIEL: Die Geologie des Kaiserstuhls, in: „Der Kaiserstuhl“ herausg. v. R. Lais, Freiburg 1933.

gleichen schwäbischen Richtung auch die Nord- und Südkontur sowie die gleichsinnig verlaufenden zentralen Talfurchungen des Kaiserstuhls mitbedingen, sei hier nur andeutungsweise zur Diskussion gestellt. PFANNENSTIEL<sup>10</sup> beschreibt dann noch vom sedimentären Vorland des Schwarzwaldes bei Herbolzheim junge Klüfte und Spalten in rund N 60 E, also typisch schwäbischer Richtung (von ihm allerdings fälschlicherweise als variszisch bezeichnet), die dort zusammen mit solchen hercynischer Richtung auftreten (vgl. die Klüftrose auf seiner Abb. 6). Eigene orientierende Messungen am Schönberg, Ölberg und Tuniberg ergaben deutlich das Vorhandensein von ENE-Klüften neben rheinischen, eggischen und hercynischen, wenn auch in bezug auf Stärke und Zahl gegenüber den vorerwähnten zurücktretend. Stellenweise ließ sich auch das jüngere Alter der ENE-Richtung gegenüber den rheinischen feststellen. Daß hier im Bereich der Rheingrabenstörungen die svebo-helvetische Richtung relativ schwach in Erscheinung tritt, erklärt sich aus der präexistierenden starken Zerstückelung nach den älteren Richtungen, an der sich der jüngste alpine Druck auslösen konnte, was ja auch GUENTHER annimmt. Neuerdings hat E. GUENTHER<sup>11</sup> südlich Freiburg jungen, aus dem südöstlichen Quadranten kommenden Druck, also offenbar helvetisch-alpinen, nachgewiesen, der Bewegungen mit horizontaler Komponente auslöste. Solche horizontalen Komponenten in Form horizontaler Harnische auf älter angelegten Klüften treten auch im französischen und Schweizer Jura an zahlreichen Stellen als Folge des jüngsten Druckes aus SSE auf (vgl. S. 143).

Eingehendere Messungen habe ich dann im Dinkelberggebiet vorgenommen. Dort sind bereits von WILSER<sup>12</sup>, TREFZGER<sup>13</sup> und anderen<sup>14</sup> einzelne ENE-Störungen verzeichnet worden. Näher untersucht wurden von mir der Muschelkalkrand zwischen Hertzen (östlich Basel) und Nollingen (nördlich Rheinfeldens) sowie eine größere Reihe von Aufschlüssen im Bereich des Wiesetales zwischen Schopfheim und Lörrach. Genau eingemessen wurden rund 200 Klüfte. Die Tafel S. 145 enthält das Ergebnis einiger größerer Messungsreihen, zusammen mit entsprechenden Messungen an Klüften und Schichten aus dem französischen Tafel- und Faltenjura<sup>15</sup>.

An die Spitze habe ich das von mir früher<sup>16</sup> veröffentlichte Klüftdiagramm aus Thüringen gesetzt. Es folgen zwei Kl.D. aus dem Tafeljura von Dijon und Mâlain (20 km westlich Dijon), beide also aus dem Westen

<sup>10</sup> M. PFANNENSTIEL: Ein badischer Steinheimer Klosterberg. N. Jb. Min. Abt. B. Beil.-Bd. 77. S. 45—76.

<sup>11</sup> E. GUENTHER: Tertiäre Tektonik im südwestlichen Schwarzwald zwischen Staufen und Badenweiler. Zbl. Min. Abt. B. 1937. S. 286—295.

<sup>12</sup> J. L. WILSER: Die Rheintallexur nordöstlich von Basel zwischen Lörrach und Kändern und ihr Hinterland. Mitt. bad. geol. Landesanst. Bd. 7. 1914.

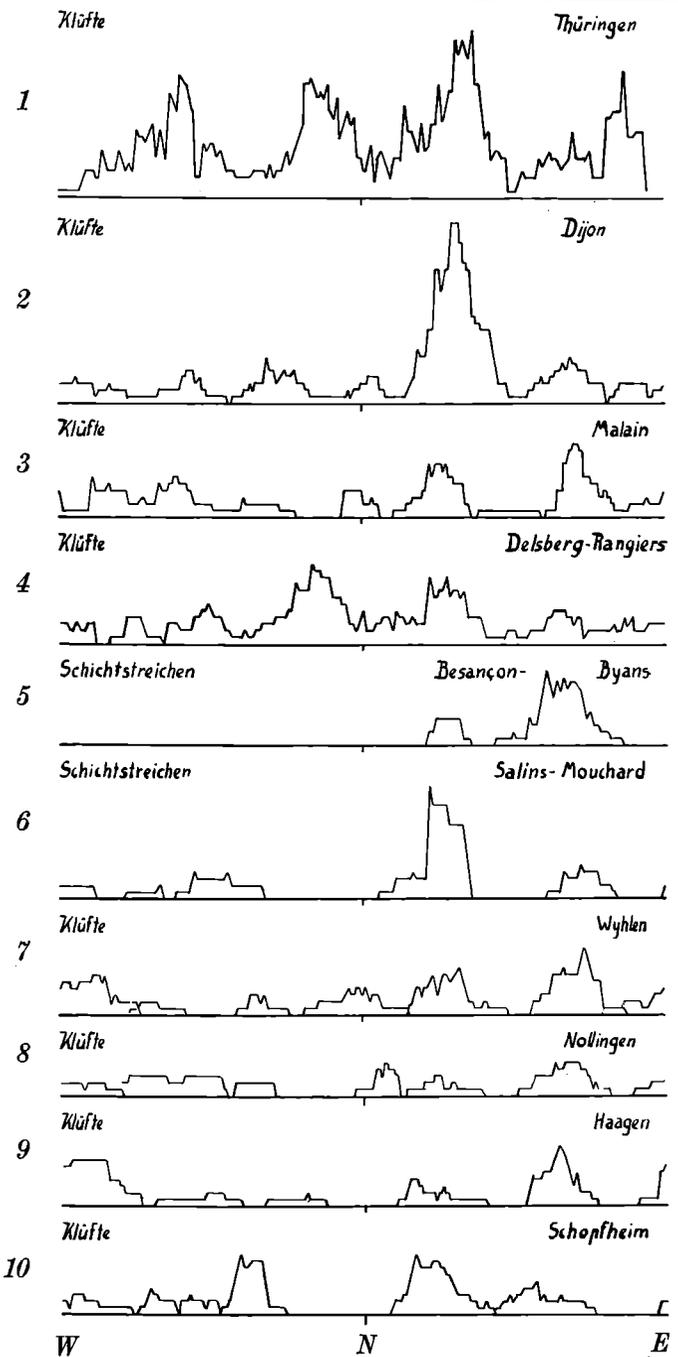
<sup>13</sup> E. TREFZGER: Die Tektonik des westlichen Dinkelberges und des nördlichen Tafeljura bei Basel. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 24. 1925.

<sup>14</sup> Vgl. PHILIPP 1930 a. a. O. S. 43—45.

<sup>15</sup> Bezüglich der Methodik vgl. PHILIPP, ebenda S. 9—10.

<sup>16</sup> H. PHILIPP 1931 a. a. O.

W N E  
 90 100 110 120 130 140 150 160 170 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90



der Saône-Niederung, ein Kl.D. aus dem Schweizer Faltenjura, aufgenommen zwischen Delsberg und Rangiers, und zum Vergleich zwei Diagramme über vermessenes Schicht-Streichen im französischen Faltenjura, das obere (Nr. 5), aufgenommen in Besançon und südlich davon bei Byans und Fourg, das zweite (Nr. 6), zwischen Besançon und Lons-le-Saunier in der weiteren Umgebung von Salins-les-Bains und Mouchard. Letztere beiden also, was sich ja auch sehr scharf heraushebt, aus der Vergitterungszone zwischen der älteren rhenorhodanischen und der jüngeren svebo-helvetischen Faltung<sup>17</sup>. Die übrigen Kurven (7—10) sind das Resultat von Kluftmessungen aus dem badischen Dinkelberggebiet, und zwar die von Haagen, Wyhlen und Nollingen aus dem oberen Muschelkalk, die von Schopfheim aus dem Buntsandstein und Rotliegenden<sup>18</sup>. Im übrigen sind die Kurven „Rohkurven“, d. h. es sind alle gemessenen Werte eingetragen, gleich, ob es sich um scharfe oder  $\pm$  gebogene Flächen handelt. Ebenso ist in der Wiedergabe kein Unterschied zwischen kleinen oder großen durchlaufenden Klüften gemacht worden. Auf jede Kluft fallen zum mindesten drei Einzelmessungen<sup>19</sup>. Der Raumersparnis halber sind die Klüfte selbst nicht wiedergegeben, sondern nur die resultierenden Kurven.

Die Resultate aus den Kurven sind eindeutig<sup>20</sup>. Zunächst ergibt sich aus dem Vergleich der Kluftkurven mit denjenigen des gemessenen Schichtstreichens (5 und 6) die absolute Übereinstimmung der Richtungen und dadurch von neuem die Eignung der Kluftmessungen zur feintektonischen Analyse. Diese hat sich allerdings nicht nur auf das Einmessen der Richtungen zu beschränken, sondern muß (vgl. unten) auch alle anderen Erscheinungen: Harnische und deren Richtungen, Altersverhältnisse, Mineralisationen usw. berücksichtigen<sup>21</sup>. Was zunächst bei einem Überblick über die hier dargestellten Kurven am meisten ins Auge fällt, ist die überraschende Übereinstimmung über so weite Entfernungen hin. Man vergleiche etwa die Schärfe der rheinischen Richtungsausprägung in dem Diagramm von Thüringen mit dem von Dijon und Mâlain sowie dem Schichtstreichen von Salins, oder der hercynischen Richtung zwischen 160—170° in den Diagrammen von Thüringen und dem

<sup>17</sup> Die auffallende Steilheit der rheinischen Kurve bei Nr. 6 erklärt sich daraus, daß hier bei den Messungen mehrere Male summarisch nur 20—30° notiert wurde.

<sup>18</sup> Aus der Weichheit dieser Sandsteine erklärt sich, siehe unten, ihre geringere Schärfe, namentlich bei der Trennung der rheinischen von der schwäbischen Richtung.

<sup>19</sup> Über die Methodik des Messens und Auftragens vgl. PHILIPP 1931, a. a. O. S. 9. — Außerdem E. KLÜPPELBERG: Die Feintektonik des Massenkalkes des Remscheid—Altona—Arnsberger Sattels. Ber. Niederrhein. geol. Ver. Bonn 1934.

<sup>20</sup> Zumal wenn man berücksichtigt, daß beim Dinkelberg infolge des salinaren Untergrundes namentlich in den Steinbrüchen des Rheintalrandes gewisse Schwankungen auftreten müssen und daß im Gesamtbereich des Messungsgebietes lokale Deklinationsabweichungen, ähnlich denen westlich des Rheines im Elsaß, nicht ausgeschlossen sind.

<sup>21</sup> Vgl. auch hierzu KLÜPPELBERG a. a. O.

Schweizer Jura bei Delsberg. Das gleiche gilt für die svebo-helvetische (schwäbische) Richtung in dem Schichtstreichen von Besançon—Byans und Salins—Mouchard, verglichen mit den Kluffdiagrammen von Mâlain, Dijon und auch Südbaden<sup>7</sup> (wozu ich noch eine größere Anzahl von Diagrammen aus dem französischen Jura östlich der Saône-Senke hinzufügen könnte), und die sich nun wieder deckt mit den deutlichen Spitzen der Thüringer Kurve zwischen 50 und 70°. Eine andere charakteristische Übereinstimmung ist die der zweiten hercynischen Spitze bei 120—130 (135)<sup>0</sup>, die in den Diagrammen aus Thüringen, Dijon und Mâlain genau so wieder zu erkennen ist, wie in dem von Delsberg und in mehreren hier nicht veröffentlichten aus dem französischen Jura.

Die schwäbische Richtung ist also nunmehr in ihrem unmittelbaren Zusammenhang mit der alpin-helvetischen Tektonik nachgewiesen, weswegen (vgl. oben) ich auch den Namen schwäbisch in svebo-helvetisch erweitert habe. Es geht also nicht an, diese Richtung im Saxonikum immer noch zu ignorieren oder mit der varistischen NE-Richtung zusammenzuwerfen, wie es von einigen Seiten noch geschieht. Im allgemeinen kann man sagen, je älter das Richtungssystem, um so weniger scharf prägt es sich in den Diagrammen aus, was ja durch die späteren Verstellungen und Verbiegungen nur verständlich ist. Daher auch die Tatsache, daß die von mir als älteste angenommene „pyrenäische“ E—W bis WNW einen ziemlich breiten Raum umfaßt, entsprechend der meist starken Verbiegung der betreffenden Klüfte. Daß in manchen Diagrammen bestimmte Richtungen fehlen bzw. nur schwach vertreten sind, entspricht nur dem Verhalten in der Makrotektonik.

Was nun speziell die südbadischen Messungen anlangt, so zeigen die vier hier wiedergegebenen Diagramme mit genügender Schärfe das Auftreten der rheinischen und schwäbischen (svebo-helvetischen) Richtung. Die eggische, um NS schwankende Richtung fehlt in den Diagrammen von Schopfheim und Haagen, ist aber andererseits in den hier nicht wiedergegebenen Messungen von Herten und Brombach (Wiesetal) vertreten. Ziemlich eindeutig tritt in allen vier Diagrammen die weit auseinandergezogene pyrenäische Richtung hervor, während die hercynischen Richtungen nicht so einheitlich vertreten sind, immerhin aber, namentlich in der Spitze zwischen 140 und 155<sup>0</sup> bei den Diagrammen von Schopfheim, Nollingen und Wyhlen erkennbar. Ihre geringe Ausprägung erklärt sich wohl, abgesehen von dem Zurücktreten hercynischer Makrotektonik im vermessenen Gebiet, aus dem stärkeren Hervortreten des pyrenäischen Anteils, der bei der zunehmenden Azimutdrehung während der alpin-saxonischen Bewegung (vgl. unten S. 150) längere Zeit als Ausgleichsrichtung nachgewirkt hat.

Im einzelnen greife ich aus den badischen Messungen einige weitere Ergebnisse heraus. In den großen Trochitenkalkbrüchen der Solvay-Werke östlich Wyhlen a. Rh. wurden rund 50 Klüfte eingemessen. Das Kluffdiagramm (vgl. Abb. S. 145 Nr. 7) zeigt in aller Schärfe eggische, rheinische und schwäbische Klüfte, außerdem solche bei rund EW

neben zwei nordwestlichen Richtungen. Vergleicht man beispielsweise dieses Diagramm mit dem von Dijon, so ist die Übereinstimmung der eggischen, der rheinischen und der ENE-Richtung überraschend. Unter den Klüften des NW-Quadranten fehlt die im Dijon-Diagramm bei  $130^{\circ}$  auftretende Spitze, andererseits ist wieder die zweigespitzte Kurve zwischen  $80$  und  $110^{\circ}$  bei beiden Diagrammen in voller Übereinstimmung. Daß es sich hierbei nicht um Zufälligkeiten handeln kann, ist evident. Geht man der Verbreitung der einzelnen Kluftsysteme nach, so läßt sich wie in anderen Gebieten feststellen, daß innerhalb eines bestimmten Steinbruchabschnittes fast immer nur zwei Systeme nebeneinander auftreten, wobei aber die einzelnen Richtungen verschieden miteinander gekuppelt sein können. Im Westteil des westlichen Bruches fanden sich die ENE-Klüfte wesentlich an die N—S-Klüfte gebunden. Dagegen fehlten in der Mitte des Bruches und gegen E sowie im Ostbruch bei vorwiegend rheinischen und WNW-Klüften die ENE-Klüfte ganz. Da sich die rheinischen und die WNW-Kl. spitzwinklig treffen, ist auch dies ein Beweis dafür, daß nicht immer nur annähernd rechtwinklig aufeinanderstehende Kluftsysteme koordiniert sind<sup>22</sup>. Das Streichen der Schichten im Ostbruch ist rheinisch. Was nun die Altersverhältnisse betrifft, so ist zunächst die makrotektonische Feststellung von TREFZGER<sup>23</sup> wichtig, daß im Dinkelberg die rheinischen Störungen jünger sind als die NS-Störungen. Unter den Wyhlener Klüften ließ sich nur feststellen, daß die ostwestlichen am stärksten verbogen sind, zum Teil auch stark übersintert, was für ihr höheres Alter spricht, und daß im übrigen eine große glatte ENE-Kluft eine NS-Kluft glatt abschneidet, was zusammen dem Altersschema S. 143 entsprechen würde.

Die Brüche bei Nollingen ergeben im ganzen ein ähnliches Diagramm wie die von Wyhlen, ohne Altersfeststellungen im einzelnen zuzulassen.

Westlich Wyhlen bei Hertzen ließen sich in den älteren Brüchen gegen den Schloßkopf einige Altersfeststellungen treffen. Im einen Fall zeigten sich eggische N—S-Klüfte, umgebogen in die rheinische Richtung und durchschnitten von jüngeren Klüften in ausgesprochener ENE-Richtung ( $53$ — $65^{\circ}$ ). Im andern Fall wurde eine der hercynischen Klüfte ( $103$ — $113^{\circ}$ ) von einer eggischen Kluft abgeschnitten und andererseits eine eggische von einer großen ENE-Kluft. Ähnliche Verhältnisse weist ein alter verwachsener Steinbruch zwischen Rührberg und Inslingen auf. Hier wird eine ältere verbogene, in  $103$ — $113$  streichende Kluft von jüngeren NS-Klüften in großer Zahl zerschnitten, an anderer Stelle des gleichen Bruches die NS-Klüfte aber von einer kräftigen Ruschelzone in annähernd ENE durchsetzt.

<sup>22</sup> Auf die Frage der fast regelmäßigen Kuppelung zweier Kluftscharen in einem bestimmten Abschnitt soll hier nicht näher eingegangen werden. Sicher bedeutet diese Kuppelung keine Koordination im Sinne MOER'scher oder LÜDERS'scher Flächen (s. oben S. 141), zumal die einzelnen Systeme nicht gleichzeitig, sondern nacheinander gebildet sind.

<sup>23</sup> A. a. O.

Im Wiesetal wurden Anbrüche im Oberrotliegenden und Buntsandstein, sowie im Muschelkalk untersucht. Wenn auch im allgemeinen der Buntsandstein und das Rotliegende infolge der hier sehr weichen Arkoseausbildung sich weniger zu Kluftrmessungen eignen, so ergibt doch das Diagramm sehr charakteristische Anreicherungen in rheinischer und ENE-Richtung, andererseits in EW und mehreren hercynischen Richtungen, unter denen namentlich eine zwischen 140 und 150° stark hervortritt.

Von Muschelkalkbrüchen des Wiesetales wurden vermessen der große Bruch bei Haagen, mehrere Anbrüche bei Brombach und östlich davon auf dem Wege nach Adelhausen, ferner der Steinbruch am Ausgang des Eulenlochgrabens bei Wollbach, westlich Haagen (jenseits der Wasserscheide gegen das Kandertal). Von diesen ist das Haagener Diagramm wiedergegeben. Die Hauptrichtungen, namentlich die ENE-Richtung und andererseits die E—W-Richtung tritt neben der rheinischen scharf hervor, nur scheint die rheinische, ähnlich wie bei dem Diagramm aus dem Rotliegenden und Buntsandstein, etwas mehr nach 10—20° verschoben. Der große Bruch bei Haagen, in dem 27 Klüfte vermessen wurden, ergab einige gute Altersbestimmungen. Zunächst zeigte sich regelmäßig eine besonders starke Verbiegung der E—W-Klüfte. In vier Fällen wurden die letzteren von ENE-Klüften abgeschnitten, ebenso wird eine große verbogene hercynische Kluft in 118—138° durch eine andere große scharfe Kluft in ENE (53—61°) abgeschnitten und andererseits zwei E—W-Klüfte von rheinischen. Im ganzen überwiegen in diesem Bruch die E—W- und die ENE-Klüfte bei starkem Zurücktreten bzw. Fehlen der nordsüdlichen. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß grade in dem Gebiet zwischen Haagen und Wollbach bereits WILSER<sup>24</sup> früher ENE-Verwerfungen eingezeichnet hat.

Ein weiterer für die Altersfeststellung wichtiger Bruch im oberen Muschelkalk ist der am unteren Ausgang des Eulenlochgrabens westlich Haagen. Hier werden langgestreckte, etwas gebogene, rund 150—170° streichende große hercynische Klüfte von einer bis 2 m mächtigen Zertrümmerungszone in ENE, die von seitlichen Spiegeln begleitet ist und deren Begleitklüfte ganz exakte Messungen mit dominierender Spitze zwischen 55 und 65° gestatten, abgeschnitten.

Sehr gute Altersbestimmungen lieferte außerdem der große Bruch im Wald zwischen Brombach und Adelhausen. Zunächst wird hier eine stark verbogene E—W-Kluft von einer großen, zum Teil kräftig angelaugten rheinischen Kluft (13—28°) abgeschnitten, die ihrerseits wieder scharf von einem Harnisch in ENE (57—62°) verworfen wird, wobei die rheinische stark verbogen und mitgeschleppt wird. Die letztere wird in ihrer Fortsetzung dann nochmals von einer ENE-Zertrümmerungszone mit Lettenbesteg und einem Streichen von 58—68° verworfen. Eine weitere ENE-Kluft verwirft eine hercynische mit dem Streichen 133—143°,

<sup>24</sup> A. a. O.

und eine große rheinische, stark versinterte, zum Teil als Ruschelzone entwickelte Kluft (13—25°) schneidet andererseits wieder eine stark verbogene E—W, 98—116° streichende ab,

Aus allen Beobachtungen und Messungen, die ich im südlichen Baden durchführen konnte ergibt sich also die tatsächliche Bestätigung des von mir im französischen Jura aufgestellten Altersverhältnisses der tektonischen Richtungen.

Zum Schluß seien noch einige Beobachtungen aus dem Baseler Tafeljura von Arlesheim mitgeteilt. In dem kleinen alten Bruch östlich des Arlesheimer Schlosses streichen die rauhfächigen, dünnbankigen Doggerschichten rund NS. Sie werden durchsetzt von einer großen steilen Mylonitzone mit guten glatten Harnischen und ausgesprochenem ENE-Streichen (51—68°). Andererseits erweist sich wieder eine ebenfalls zwischen 50—60° streichende Kluft jünger als eine hercynische zwischen 145—158°. Im großen Steinbruch des Bathonien nördlich von Schloß Reichenstein zeigen die Schichten bei flachem westlichem Einfallen ein in hercynischer Richtung abgebogenes Streichen (zwischen 153—163°). Worauf diese Abweichung von dem im allgemeinen NS verlaufenden Streichen der Rheintalflexur beruht, soll hier nicht näher erörtert werden. Erwähnenswert ist aber, daß die hercynischen, rund 125—140° streichenden horizontal geharnichten zahlreichen Klüfte (vgl. S. 143—144) von einer starken nordsüdlichen Zerrüttungszone mit Sinterklüften durchsetzt wird. ENE-Störungen fehlen in diesem Bruch, was sich aus dem Vorhandensein der bereits bestehenden älteren tektonischen Richtungen erklärt.

Wenn auch im vorstehenden zunächst nur Einzelbeobachtungen mitgeteilt wurden, so ist doch das Bild immer das gleiche und deckt sich völlig mit meinen früheren Ergebnissen und den in ihren Einzelheiten noch zu veröffentlichenden Beobachtungen aus dem französischen Tafel- und Faltenjura: Die feintektonische Untersuchung ergibt die Übereinstimmung der Klufftektonik mit der Großtektonik, sowohl was das Streichen als die Altersfolge betrifft. Es decken sich die Richtungen auf große Entfernungen hin, und zwar stimmen sie im saxonisch und im helvetisch-alpin bewegten Gebiet überein, wenn man von kleineren lokalen Schwankungen absieht. Wo sich in der Mikrotektonik die Altersverhältnisse feststellen lassen, sind stets die ostwestlichen Klüfte die am stärksten verbogenen und gleichzeitig die ältesten. Darauf folgen in der Altersfolge die hercynischen, dann die eggischen und rheinischen (rheno-rhodanischen) und schließlich als jüngste die svebo-helvetischen (schwäbischen).

Somit prägt sich also auch in der Mikrotektonik deutlich die allmähliche Drehung von E—W über NW—N—NNE bis zu ENE während des alpin-saxonischen Bewegungszyklus aus.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Vgl. hierzu PHILIPP, ONO-System, S. 60—61.