

heiten zwar in starkem Maße überein, aber auf Grund der Geschichte und damit Tradition, auf der die beiden Länder aufbauen müssen, stehen sie vor völlig anders gearteten Problemen und Aufgaben. Auch die Mentalität und Lebenshaltung der beiden Völker ist grundsätzlich verschieden. Ferner ist die geldwirtschaftliche Lösung Éires von England noch nicht vollkommen gelungen, so daß die Finanzwirtschaft nicht in gleichem Umfang wie in Dänemark im Dienste der Landwirtschaft stehen kann. Das Beispiel Dänemarks zeigt, daß ein reiner Agrarstaat mit bäuerlichem Klein- und Mittelbesitz lebensfähig sein und eine Bevölkerung von 1,4 Personen pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche tragen kann. Die Voraussetzungen aber, die in Dänemark vor mehr als 100 Jahren geschaffen wurden, müssen in Éire noch erreicht werden. Lediglich auf dem Gebiet der intensiven Schweinezucht wäre eine Nachahmung des dänischen Vorbildes sofort und ohne Störung des bisherigen Wirtschaftsgefüges von Éire möglich.

Éire wurde von der Natur mit Gütern nicht gesegnet. Die Aufgabe, die wirtschaftlichen und soziologischen Folgen der Vergangenheit zu überwinden, ist daher besonders schwierig. Zum ersten Mal seit 1841 war 1951 das Wachstum von Groß-Dublin stärker als der Bevölkerungsverlust auf dem flachen Lande. Zum ersten Mal weist daher der Census von 1951 eine positive Bevölkerungstendenz für den Zeitraum 1946—51 auf¹⁵⁾ und es bleibt abzuwarten, ob es sich um einen Zufall oder um den Beginn der Wende handelt.

Literatur

Dept. of Industry and Commerce, ed.: *Agricultural Statistics 1847—1926*. Dublin 1930.

¹⁵⁾ Die Zunahme beträgt 0,19 % oder 5 486 Personen. (Census of Population of Ireland 1951, Vol. I. p. 7.)

- Dept. of Industry and Commerce, ed.: *Agricultural Statistics 1927—1933*. Dublin 1935.
- Central Statistics Office ed.: *Census of Population of Ireland 1841, 1946, 1951*.
- Census Office, Registrar General ed.: *Census of Scotland 1951, Preliminary Report*. Edinburgh 1951.
- Connell, K. H.: *The Population of Ireland 1750—1845*. Oxford 1950.
- Curtis, E.: *History of Ireland*. 6th ed. London 1950.
- Evans, E. E. ed.: *Belfast in its Regional Setting*. Belfast 1952.
- Finch, T. F.: *Cultivation Limits in the Dulin Mountains*; in: *Irish Geography*, Vol. II No. 5. Dublin 1953.
- Flatrès, P.: *L'Évolution de la Population Irlandaise d'après le recensement de 1951*; in: *Annales de Bretagne*, Tome LX, 1953.
- Freeman, T. W.: *Ireland*, London 1950.
- Freeman, T. W.: *The Changing Distribution of Population in Kerry and West-Cork*; in: *Journal of the Statistical and Social Inquiry Society of Ireland*, Vol. 16, Dublin 1942.
- Freeman, T. W.: *Population Distribution in Co. Sligo*; in: ebenda, Vol. 17, Dublin 1943.
- Freeman, T. W.: *The Changing Distribution of Population in Co. Donegal*; in: ebenda Vol. 16, Dublin 1940.
- Freeman, T. W.: *The Changing Distribution of Population in Co. Mayo*; in: ebenda Vol. 17, Dublin 1943.
- Freeman, T. W.: *Emigration and Rural Ireland*; in: ebenda Vol. 17, Dublin 1944/45.
- Green, E. R. R.: *The Lagan Valley 1800—50*, London 1949.
- Haughton, J. P.: *The Live Stock Fair in Relation to Irish Country Towns*; in: *Irish Geography*, Vol. III, No. 2, 1955.
- Dep. Local Govt.: *Housing, A Review of past Operations and immediate Requirements*, Dublin 1948.
- Bord na Móna: *Report and Accouts for Year ended 2nd April, 1953*. Dublin 1953.
- Salaman, R. N.: *The History and Social Influence of the Potato*. Cambridge 1949.
- Salaman, R. N.: *The Influence of the Potato on the Course of Irish History*. Dublin 1943.
- Salaman, R. N.: *Transactions of the Central Relief Committee of the Society of Friends during the Famine in Ireland in 1846 and 1847*. Dublin 1852.
- Webb, J. J.: *Industrial Dublin since 1698 and the Silk Industry in Dublin*. Dublin 1913.

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

EISENBAHNLINIEN UND OBERFLÄCHENFORMEN IN SÜDRUSSISCHEN STEPPENLANDSCHAFTEN

Ludwig Hempel

Mit 6 Abbildungen

Railways and relief in the steppe regions of southern Russia

Summary: Using his knowledge of the terrain, field sketches, photographs and map analysis, the author was able to piece together, though incompletely, the system of the Volga terraces around Stalingrad. On the various terrace levels and along the Volga itself concave forms occur. These are partly fossil but partly still in a state of pronounced development. By plotting these various erosion features — valleys, balki and ovragi — it was possible to

determine along the west bank of the Volga a zone of almost 15 Km. in width where erosion is most pronounced. A similar zone at least 20 Km. wide is known to exist along the river Don.

On the basis of these natural conditions an attempt is made to elucidate the connections which exist between the routing of the communication lines, viz. the railways, and the physical nature of the region. From observations and map study it emerged that the dependence of the railway routes on the relief features and their formation is considerable and, in the Don and Volga steppe region, is even characteristic. There, this connexion becomes particularly clear since the land forms which influence the communication routes are being rapidly and extensively formed under semi-arid conditions in the unconsolidated deposits.

Not only is railway construction in these steppe areas dependent on the surface features, but it is furthermore threatened by their formation processes. In order to avoid

the geomorphologically most active denudation zones, other difficulties or dangers such as dam building or snowdrifts have to be contended with.

Über die Beziehungen von Verkehrswegen und Oberflächenformen sind bisher nur sehr wenige Beobachtungen gemacht worden. Auch die Mitteilungen in den Lehrbüchern der Verkehrsgeographie (*Hassert*, 1931; *Blum*, 1936) sind allgemein gehalten und entbehren der genaueren Angabe von Beispielen. Ein wichtiger Grund dafür sind die Reliefverhältnisse in Mitteleuropa, die — abgesehen von den steileren Mittelgebirgen — dem Bau von Verkehrswegen keine besonderen, auch auf Karten sichtbaren Schwierigkeiten entgegenseetzen. Anders ist das natürlich in alpinen Regionen oder in Gebieten mit extremeren Klimaten und lebhafterer Abtragung, worauf u. a. *Hassert* (1931, S. 199—205) hingewiesen hatte. Welche besondere Bedeutung Beobachtungen über die Abtragungsvorgänge im Zusammenhang mit dem Eisenbahnbau haben können, hat *Iwatuka* (1954, S. 97 bis 114, insbes. die Karte) anschaulich für die japanischen Inseln gezeigt. Sowohl für die Bahnbautechnik als auch für das Studium der Oberflächenformung sind auf diese Weise wertvolle Erkenntnisse herausgekommen. Man kann nach den Angaben von *Blum* (1936, S. 14) über verkehrsfreundliche Faktoren und Räume erwarten, daß auch in den Steppen- und Halbwüstengebieten der Erde besondere Zusammenhänge zwischen Verkehrswegen und den Oberflächenformen bestehen.

Am Beispiel einer mir aus dem Kriege bekannten Steppenlandschaft in Südrußland (Don-Wolga-Platte, Großer Don-Bogen, Kalmücken-Steppe) soll gezeigt werden, wie stark in solchen Gebieten Anlage und Unterhaltung der Verkehrswege, insonderheit der Eisenbahnen, von den Oberflächenformen abhängen¹⁾. Dabei wird sich ergeben, daß es gar nicht die Reliefenergie ist, die den Bahnbau so stark beeinflusst, sondern vielmehr die Erosionsdynamik, die einer Formen-Gruppe eigen ist. Die Schwierigkeiten, mit denen gekämpft werden muß, sind stellenweise so groß, daß man durchaus dem weniger kostspieligen Straßenbau und -verkehr den Vorzug vor dem Eisenbahnverkehr hätte geben sollen, wenn nicht zwingende wirtschaftliche Gründe, wie z. B. Bewegung von Massengütern, schon sehr früh einen Bahntransport notwendig gemacht hätten. Das gilt besonders für Stalingrad, die heute bedeutendste Stadt des südrussischen Steppengebietes²⁾.

¹⁾ Den Mitteilungen liegen eigene Beobachtungen und Aufzeichnungen während des Krieges (von August bis Dezember 1942), eigene Geländeskizzen, fremde Photographien und das Studium einzelner Karten 1 : 100 000 (Photokopien von Heereskarten) zugrunde. Außerdem wurden folgende Blätter der Weltkarte 1 : 1 000 000 benutzt: L 38 Astrachan, M 37 Charkow und M 38 Ssarawat sowie die Karte von Osteuropa 1 : 300 000: Blätter A 50 Starobelsk, A 49 Woroschilowgrad (Lugansk), B 50 Bogutschar, B 49 Millerowo, C 50 Frolow und C 49 Nishne Tschirskaja.

²⁾ Nach Enzyklopädie der UdSSR (1950, Karte: Das Russische Reich im 19. Jahrh.) erfolgte der Bahnbau um Stalingrad (Zarizyn) zwischen 1838 und 1867 bzw. 1868 und 1879; ähnliche Angaben findet man auch bei *Tucker-mann* (1916).

Diesen in der Natur des Landes liegenden Schwierigkeiten, die gerade dem kostspieligen Bahnbau bereitet werden, kann man nicht durch Verlagerung des Verkehrs auf die Straße begegnen, weil Stalingrad für ganz Süd- und Mittelrußland sowie für die Länder um das Kaspische Meer, den Aral-See und den Süd-Ural ein Umschlagplatz erster Ordnung für Massengüter ist, über dessen Bedeutung *Leimbach* (1950, u. a. S. 435—439) eingehend berichtet hat. Auch die Wasserwege auf der Wolga und auf dem Don sind für den Austausch der Massengüter in diesem Raum ungeeignet, weil beide Flüsse lange Zeit des Jahres geschlossene Eisdecken tragen und den Schiffs- und Flußverkehr von Dezember bis weit in den April hinein unmöglich machen³⁾. So war man auf den Bahnverkehr angewiesen und gezwungen, sich den natürlichen Verhältnissen anzupassen.

Im folgenden sollen als erstes diese natürlichen Kräfte besprochen und einige Bemerkungen über die Eignung der Oberflächenformen als Verkehrsträger gemacht werden. Im Anschluß daran soll an Einzelbeispielen das Wesentliche der Abhängigkeitsverhältnisse herausgearbeitet werden.

1. Täler, Schluchten und Terrassen im Don-Wolga-Gebiet

Wenn man von erhöhten Standpunkten aus die weiten Steppen der Don-Wolga-Platte überschaut, so glaubt man zunächst, eine ganz ebene, höchstens aber leicht wellige Grasfläche um sich zu haben. Unter diesem optischen Eindruck stehend zweifelt man auch nicht an der Verkehrsdurchgängigkeit dieser Steppenlandschaft. Wenn man aber von den Hochpunkten herunterkommt und zu Fuß oder mit dem Wagen die Ebenen und Hügelländer zwischen Tschir, Don und Wolga durchstreift, bietet sich ein ganz anderes Bild. Versteckt an einem wenig geneigten Hang steht man plötzlich vor einer tiefen Schlucht. Hat man sie umfahren oder umgangen und versucht, in das trockene Tal hinunterzukommen, so setzt nach einem Hangknick ganz unvermittelt ein kurzer Steilhang ein. Findet man keine flache Stelle, so muß man angesichts des nur wenige Meter tiefer liegenden ebenen und trockenen Talbodens zurückfahren. Man irrt auf der Hochfläche herum, quert hin und wieder eine flache Mulde, und wagt man die Fahrt in einer Schlucht talabwärts, so passiert es oft, daß man nach kurzer oder langer Strecke vor grundlosen Schlammflächen oder Bachläufen steht. Ist die Schlucht so breit, daß man noch wenden kann, hat man Glück gehabt. Je näher die Kundfahrt an die großen Flüsse Don und Wolga heranführt, desto unübersichtlicher werden die Systeme der Schluchten und Täler. Man ist froh, wenn man in diesem Gewirr von Höhen und Tiefenlinien unweit vom Don an irgendeiner Stelle die Don-Höhenstraße erreicht oder am Berghang der Wolga auf eine der Fahrbahnen stößt, die nach Stalingrad führen.

Alle diese Hohlformen lassen sich, sowohl was ihre Ausgestaltung als auch was ihre zonale Verbreitung

³⁾ Nach *Leimbach* (1950, S. 89 und 93) hat der Don 100 bis 125 Tage, die Wolga 70 bis 133 Tage im Jahre eine Eisdecke.

anbetrifft, in größere Einheiten zusammenfassen. Reinformenmäßig kann man die drei Gruppen

1. Täler und Mulden,
2. Balki und
3. Owragi

unterscheiden. Auf die Einzelheiten ihrer Genese einzugehen, ist hier nicht nötig. Darüber hat umfassend und ausführlich *Schmidt* (1948, S. 213—229) unter Verwendung zahlreicher russischer Arbeiten berichtet. Jüngst hat *Flohr* (1954, S. 316—323) einige Detailstudien hinzugefügt. Außer diesen Hohlformen haben noch die Terrassen der großen Flüsse eine gewisse Bedeutung für den Verkehr. Sie werden besonders im Zusammenhang mit den Tälern und Mulden genannt werden.

Die Täler und Mulden sind mehrere Dekameter breit und fast das ganze Jahr über trocken. Sie bieten dem Verkehr keine besonderen Hindernisse. Auch abseits der Fahrbahnen in der Steppe oder auch Wüstensteppe⁴⁾ im Don-Wolga-Gebiet sind solche Hohlformen gut zu passieren oder zu überqueren. Es sind fossile Formen, die dementsprechend auch gerundete Hänge und Talböden haben. Mit Ausnahme der größeren Täler wie Tschir, Beresowaja, Liska oder Karpowka enthalten sie keine ständig fließenden Wasserläufe. Nicht selten enden diese trockenen, mehr oder weniger langen Hohlformen auf Terrassen des Don bzw. der Wolga. Aus eigener Anschauung sind mir ganz besonders die Verhältnisse an der Wolga bei Stalingrad und am Don im Verlauf der Don-Höhenstraße von Kalatsch nach Norden bekannt.

Zwischen Stalingrad-Süd und Beketowka (5) enden die fossilen Talsysteme auf der 40-m-Terrasse der Wolga [z. B. bei Ssowchos Gornaja Poliaka (6) und N. Pestschanka (7)]⁵⁾. Weiter nördlich liegt die Kreuzung der Haupteisenbahn, die von Kalatsch am Don nach Stalingrad-Süd führt, mit der Bahnlinie von Krassnoarmeisk nach Stalingrad auf der gleichen Terrasse [bei Prig. Minima (8)]. Weite Teile der Stadt Stalingrad-Süd sind auf der 40-m-Terrasse der Wolga erbaut worden. Ein alter Talboden der Zariza scheint auf diesem Terrassen-Niveau zu basieren, wengleich hier der genaue Verlauf in der Stadt nicht zu erkennen und damit eine sichere Verknüpfung mit der entsprechenden Wolga-Terrasse infolge Überbauung nicht möglich war. Dafür sind durch die Baulücke in Stalingrad-Mitte die auf sie mündenden verkehrsgeographisch wichtigen fossilen Talzüge ausgezeichnet zu erkennen. Die Ölbunker oberhalb des Hafens liegen ebenfalls auf der 40-m-Terrasse der Wolga (siehe Abb. 1). In Stalingrad-Nord fand ich Teile der Bahnanlagen sowie die Ortsteile Spartakowka (9) und Rynok (10) auf dieser hohen Terrasse etwa 45 bis 50 m über dem Wasserspiegel der Wolga (siehe Abb. 2). Über den Verlauf der Terrasse weiter nördlich außerhalb der Stadt habe ich keine Beobachtungen vorliegen.

Dagegen sind mir Terrassenreste in 40 m Höhe über N. N. aus dem Nordrand der Kalmückien-Steppe (ASSR Kalmückien) bekannt. Auf ihnen basieren viele alte, für Verkehrswege wichtige Talböden, die aus den Jergeni-Hügeln in Richtung Osten zum ehemaligen Wolgalauf bzw. zu dem ehemaligen Wolganebenfluß Ssarpa (heute noch markiert durch den Ssarpa-See, den Zaza-See, den Barmanzak-See usw.) führen. Diese Terrassenreste im einzelnen aufzuführen, ist für die hier angestrebten verkehrsgeographischen Vergleiche nicht nötig. Die Aufzählung würde auch wegen der ungleichmäßig guten Geländekenntnis unvollständig bleiben müssen und damit für morphologische Fragen fast wertlos sein. Wichtig ist, daß die auf die 40-m-Terrasse der Wolga auslaufenden



Abb. 1: Wolgaterassen in Stalingrad-Mitte

Blick von der Höhe 102,0 auf die 40 m-Terrasse mit Ölbunkern bzw. die 15—20 m-Terrasse und das Wiesenufer jenseits der Wolga (nach einer im Winter 1942/43 angefertigten Geländeskizze des Verfassers).

den Talböden fossil sind und im allgemeinen auch in ihren Oberläufen keinerlei Spuren bemerkenswerter Abtragung zeigen. Sie sind daher im allgemeinen Leitlinien für den Verkehr, ebenso wie die aufgezeigten Terrassen der Wolga und des Don.

Aber nicht alle alten Täler sind trocken gefallen. Über die ganze Don-Wolga-Platte unregelmäßig verstreut findet man in den breiten Mulden und Talzügen jüngere Erosionsformen eingeschnitten. Die jungen Formen haben einen ebenen Talboden und werden durch steile Wände begrenzt. Es sind Kastentäler, die in die Literatur unter dem Namen *Balki* (Einzahl: *Balka*) eingegangen sind. Über ihre genetischen Zusammenhänge unterrichtet die Arbeit von *Schmidt* (1948). Ohne prüfen zu können, ob die Ableitungen von *Schmidt* (1948) oder die Bemerkungen von *Flohr* (1954) in den Einzelheiten das Richtige über die Genese getroffen haben, übernehme ich für meine Untersuchungen nur die von beiden gemachte Feststellung, daß die *Balka* eine tätige Hohlform ist. Dabei hängt die Stärke der Erosionstätigkeit von der Größe des Einzugsgebietes ab. Die Wasserführung der Schluchten ist unterschiedlich lange, dauert aber im allgemeinen — mit Ausnahme der langen, aber schnee-reichen Frostperiode — von Mitte Oktober bis Ende Mai. In dieser Zeit ist jede *Balka* für den Fuß- und erst recht für den Fahrzeugverkehr unpassierbar. In der übrigen Zeit behindern Naßstellen und schroffe Kleinformen der Abtragung und Aufschüttung, gebildet während der frühjährlichen Erosions- und Akkumulationsphase, die Durchgängigkeit. Im Großen

⁴⁾ Über die Abgrenzung zwischen Steppe und Wüstensteppe im Untersuchungsgebiet (Don-Wolga-Platte) siehe Enzyklopädie der UdSSR (1950, S. 175—176, und Vegetationskarte sowie Bodenkarte S. 159—162).

⁵⁾ Die den Ortschaften beigefügten Zahlen 1 bis 10 beziehen sich auf die Ziffern in Abb. 4.

Don-Bogen stockt in vielen Balki, z. B. zwischen Kalatsch, Kleiskaja und Don, ein 1942 relativ junger Eichenwald, der auch den Fußgängerverkehr erschwert.

Im ganzen gesehen sind aber Tiefen- und Seitenerosion in den Balki nicht so groß, daß sie zu rascher Veränderung, d. h. rascher Zertalung der Steppenhöhen zwischen Tschir, Don und Wolga führen. Das erhellt auch schon daraus, daß der Balkaboden vom Oberlauf bis zur Mündung — das sind manchmal 10—20 km, im Gebiet der Don-Wolga-Platte im allgemeinen 5—10 km — nur ganz wenig fällt. Außerdem konnte ich bei Stalingrad beobachten, daß die Balki häufig auf eine Terrasse der Wolga münden. Es lohnt nicht, genauere Ortsangaben darüber zu machen. Ich könnte nur Einzelfälle erwähnen, und es würde daher nur ein unvollständiges Bild der Terrassenmorphologie herauskommen. Außerdem bin ich mir nicht sicher, ob alle Terrassenreste, auf denen Balki basieren, die gleiche Höhe haben und zu einem System gehören. Ganz sicher aber dürfte eine 15—20-m-Terrasse der Wolga örtliche Erosionsbasis für viele Balkisysteme, vor allem südlich Stalingrad in der Kalmücken-Steppe, sein (siehe auch Abb. 3). Auch an einzelnen Stellen in Stalingrad-Nord selbst habe ich diese Terrasse im Zusammenhang mit Balki beobachtet (vgl. Abb. 2).

Zusammenfassend ist von den Balki hervorzuheben, daß sie im Gegensatz zu den älteren Tälern und Mulden Arbeitsformen sind und daher eine ganz andere Bedeutung für die Verkehrswege haben als jene Ruheformen.

Die jüngsten und, was die Erosion anbetrifft, wohl aktivsten Hohlformen im Gebiet der Don-Wolga-Platte und der südrussischen Steppenlandschaften überhaupt sind die *Owragi* (Einzahl: *Owrag*). Es sind V-förmige, 3—30 m tiefe Schluchten, die in-

folge ihrer Form als Verkehrswege praktisch ungeeignet sind. Frühjährliche Schneeschmelze und sommerliche Starkregen bilden sie ständig um und verlängern sie in die noch wenig zertalten Höhen am Don, an der Wolga und am Tschir. Welche Dichte die *Owragi*-Systeme erreichen können, zeigt ein Ausschnitt aus einer russischen Karte des Bergufers des Don 10—15 km nördlich von Kalatsch (siehe Abb. 6).

Geschwindigkeit und Stärke, mit der *Owragi* sich bilden, sind sehr groß. Besonders gefährlich für Siedlungen und Verkehrswege werden sie dadurch, daß die Richtung ihrer Fortentwicklung ständig wechselt und nicht vorhergesehen werden kann. Sie gehen z. T. von den Balki aus, z. T. schneiden sie sich von den großen Flüssen direkt in die Bergeufer ein. Die steilen Hänge der *Owragi* haben infolge ständiger Rutsch- und Abgleichungsvorgänge nur eine schütterere Vegetationsdecke. Bodenerosion durch Wind tut ein übriges, die Abtragungerscheinungen durch Bereitstellung von Lockermaterial zu verstärken. Alles in allem sind die *Owragi* die Formen intensivster natürlicher Abtragung, und die großen Schluchtensysteme dieser Art sind Zonen stärkster Umwandlung der Oberfläche. Auf Grund dieser Eigenschaften bereiten sie dem Bau von Verkehrswegen aller Art verständlicherweise große Schwierigkeiten. Die *Owragi* bestimmen daher weitgehend Form und Linienführung der Verkehrseinrichtungen in den südrussischen Steppenlandschaften.

2. Die Verkehrswege und ihre Abhängigkeit von der Natur des Landes

Überblickt man alle im vorigen Abschnitt geschilderten Formen und beachtet dazu die Verbreitung und die Bildungsgeschwindigkeiten, so wird es verständlich, daß der Ausbau aller Siedlungs-, Wirtschafts- und Verkehrseinrichtungen in ganz besonders enge

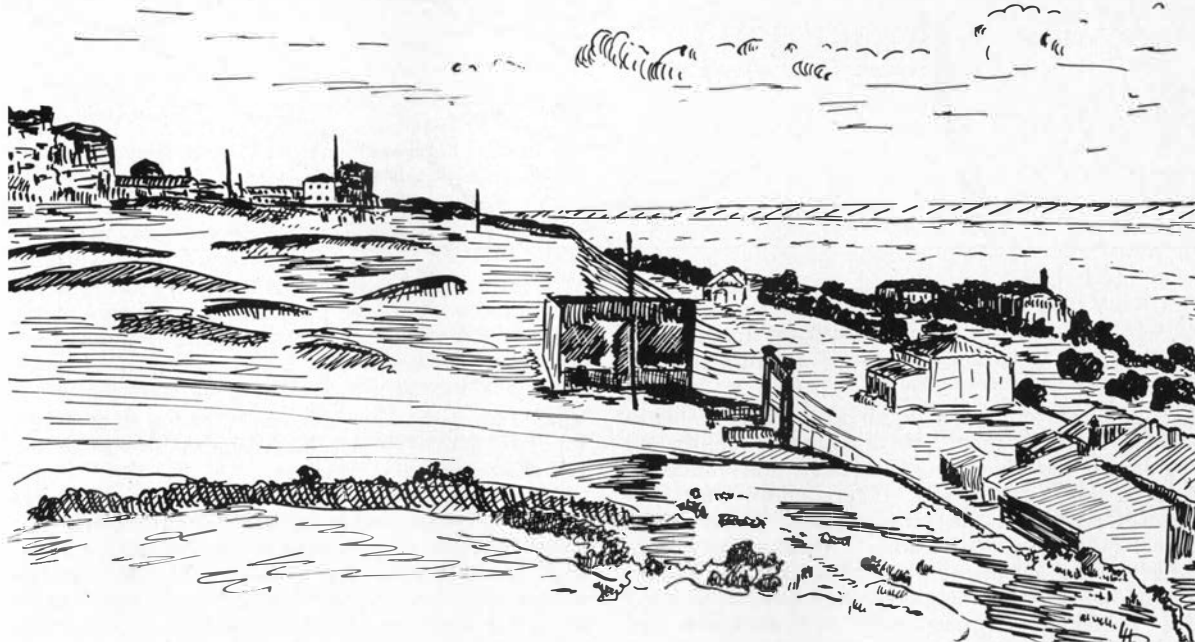


Abb. 2: Wolgaterassen in Stalingrad-Nord

Links die 40 m-Terrasse, recht die 15—20 m-Terrasse und eine tiefere Terrasse (nach einer Photographie von A. E. Andersen gezeichnet vom Verfasser).

geführt (z. B. von Stalingrad nach Moskau oder Ssaradow oder von Woroschilowgrad über Millerowo nach Norden).

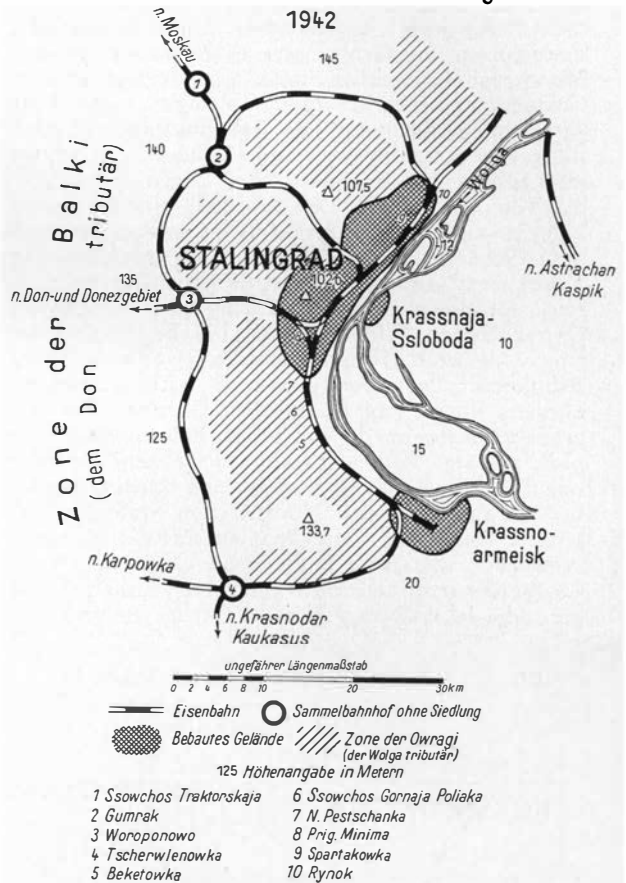
2. Bei der Notwendigkeit, ein Tal als Leitlinie des Verkehrsweges zu benutzen, wird diejenige Höhenlage über Talauflage bevorzugt, in der die wenigsten Seitentälchen auftreten und damit der Bahnbau am wenigsten erschwert wird (z. B. Stalingrad—Kalatsch).
3. Bei genetisch und dynamisch ungleichwertigen Oberflächenformen wird die Trasse der am stärksten und schnellsten arbeitenden Zerstörungsform ausweichen.

Die beiden erstgenannten Beziehungen der Verkehrswege zu den Oberflächenformen sind nichts Besonderes und Auffallendes. Sie betreffen auch mehr die Anpassung der Trassenführung an die Großformen, wie sie auch in mittel- und westeuropäischen Ländern überall angetroffen wird. Im dritten Fall dagegen bestehen Abhängigkeitsverhältnisse zu kleineren Formen und vor allem zu deren unterschiedlicher Erosionsdynamik. Solche Beziehungen sind in Mitteleuropa m. W. noch nicht beobachtet worden und scheinen ein besonderes Charakteristikum für die Verkehrsverhältnisse in den osteuropäisch-asiatischen Steppengebieten zu sein. Dieses Anpassen der Trasse an die Lage von morphogenetisch labilen Zonen der Oberfläche soll im folgenden im Mittelpunkt der Untersuchung stehen.

Die stärkste rückschreitende Erosion im Bereich der Don-Wolga-Platte geht vom Wolga-System aus. Viele der bis 15 km langen Schluchten, die zur Wolga entwässern oder auf ihren Terrassen basieren, sind daher tief eingeschnitten und befinden sich im raschen Vormarsch auf die Wasserscheide zwischen Don und Wolga. Man wird also von vorneherein annehmen können, daß die Eisenbahntrassen diese labile Zone westlich der Wolga meiden.

In der Tat macht sich dieser natürlich bedingte Vorgang in der Anlage der Bahnlinien ganz klar bemerkbar (siehe Abb. 4). Westlich von Stalingrad zieht sich in einem großen Halbkreis mit einem Radius von ca. 12—18 km ein Kranz von Sammel- oder Verteilerbahnhöfen mitten in der Steppe rund um die Stadt [Gumrak (2), südlich Ssowchos Traktorskaja (1), Woroponowo (3), Tscherwlenowka (4)]. Sie sind untereinander mit Gleisen so verbunden, daß man auf diese Weise vom äußersten Norden der Stadt Stalingrad bis zum äußersten Süden, d. h. auf einer Strecke von fast 30 km, unter Umgehung der stark und tief zerschluchteten Berguferzone der Wolga gelangen kann. Die Anlage von Bahnlinien in einem Bogen um eine Stadt kann auch ihren Grund darin haben, daß man der Entwicklung der Stadt in bezug auf Siedlungs- und Industrieblächen Rechnung trägt und die Hauptverkehrslinien möglichst an den Rand der Stadt verlegt. Dieser Plan dürfte in Stalingrad aber nicht zugrunde liegen, denn der Bogen schließt ein Areal ein, das eine unwahrscheinliche Vergrößerung der Stadt ermöglichen würde. Zudem ist der Zusammenhang mit den Schluchtensystemen zu offensichtlich. Besonders das Schluchtensystem der Zariza, die das Hinterland von Stalingrad-Süd in ein unübersichtliches Gewirr von

Abb. 4: Das Eisenbahnnetz um Stalingrad



tiefen Erosionsformen zergliedert hat⁶⁾, machte es notwendig, die Bahnanlagen so weit nach Westen in die offene Steppe hinein zu verlegen.

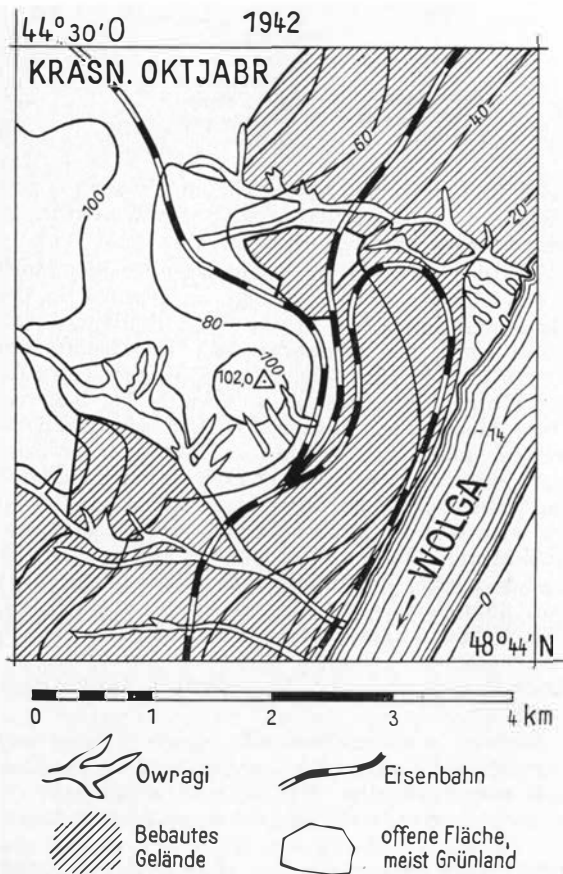
Von den weit vor der Stadt liegenden Bahnhöfen stoßen einzelne Schienenstränge im Norden, in der Mitte und im Süden in die Stadt Stalingrad vor. Dabei liegen die Bahnkörper nur in jenen fossilen Tälern und Mulden, die auf den älteren Terrassen der Wolga, also etwa 40 m über N. N., basieren. Diese Hohlformen zeigten 1942/43 keine nennenswerten Spuren von Erosion und boten daher beste Voraussetzungen für den Bau eines fest fundierten und leicht zu unterhaltenden Bahnkörpers (vgl. Abb. 4): Tal von Gumrak (2) über Rasguljajewka nach Stalingrad-Mitte; Tal von Woroponowo (3) nach Stalingrad-Süd bzw. Prig. Minima (8); Tal von Orlowka nach Spartakowka (9); Tal von Tscherwlenowka (4) über Ssoljanka nach Krassnoarmeisk. Von diesen Talausgängen und Terrassen ziehen sich die Eisenbahnlinien in engen Schleifen und Bögen in die einzelnen Stadtteile.

Welche verkehrsabweisende oder -behindernde Eigenschaft die jungen Erosionsschluchten auch in einer Zeit hochentwickelter Technik noch behalten haben, konnte ich gerade am Beispiel einer Trassenführung

⁶⁾ Vgl. auch die Bemerkungen von Flohr (1954, S. 320—321).

in Stalingrad-Mitte beobachten (siehe Abb. 5). Schon bei einem Blick auf eine großmaßstäbliche Karte fällt die merkwürdig bogenreiche Linienführung der Eisenbahnen im Gebiet von Stalingrad-Mitte auf. Wenn man Gelegenheit hatte, sich die Situation im Gelände anzusehen, so ergibt sich folgende Erklärung für diese Erscheinung: Die Bahnlinie von Gumrak führt über Rasguljajewka und Goroditsche durch ein altes fossiles Tal in einem großen Bogen in den Südteil von Stalingrad. Den Nordteil von Stalingrad kann man aus dem Tal heraus direkt, etwa durch einen nach Norden führenden Bogen, nicht erreichen. Die Trasse eines solchen Bahnkörpers hätte über ein z. T. reich verästelt und vor allem stark arbeitendes Owragi-System führen müssen. Ein Bogen aber mit einem kleineren Krümmungsradius, wobei dann der Bahnkörper dem Owragi-System hätte ausweichen können, konnte aus technischen Gründen bei der großen Spurbreite der russischen Bahnen überhaupt nicht angelegt werden. Es können vielmehr die Züge nur durch Einfahren nach Süden und durch Umsetzen der Maschinen in den Nordteil von Stalingrad gelangen. Auf diese Weise konnten sich die Bahningenieure die beste Stelle zum Überbrücken des Owragi-Systems aussuchen und waren nicht gezwungen, die labilste und breiteste Stelle zu benutzen.

Abb. 5: Linienführung der Eisenbahn in Stalingrad (Mitte)



Außerdem konnten sie für die Linienführung der Bahnkörper die 40-m-Terrasse der Wolga, d. h. eine von Natur gegebene ebene Fläche, benutzen.

Im übrigen hat sich die Owragi-Bildung nicht nur auf den Bahnbau im Bereich der Wolga bei Stalingrad ausgewirkt. Auch die Verteilung der Wohn- und Industriegebäude ist mindestens während der ersten Entwicklungsjahrzehnte der Stadt von der Lage und Erosionskraft der Schluchten abhängig gewesen. Noch 1942/43 gab es Stellen, z. B. zwischen Barykady und Spartakowka mitten in der Stadt, die, von arbeitenden Owragi bedroht, unbebaut geblieben waren. Auch in der Umgebung des Zariza-Unterlaufs war eine merklich lichte Bebauung festzustellen, die nur mit der Zerstörungs- und Erosionsdynamik der Zariza-Nebenschluchten zusammenhängen kann.

Aber nicht nur im engeren Bereich der Stadt Stalingrad selbst, sondern auch in der südlich sich anschließenden Steppe spielen die Oberflächenformen sowie die Stärke und Geschwindigkeit der Erosionsvorgänge eine entscheidende Rolle für die Linienführung der Eisenbahnen. Stellvertretend für zahlreiche ähnliche Situationen, die man am Don und am Tschir antreffen kann, sollen die Zusammenhänge von Bahnbau, Relief und Erosionsleistung der Schluchten am Nordsaum der Kalmücken-Steppe aufgezeigt werden (siehe Abb. 3).

Basierend auf der 15-m-Terrasse der Wolga, schneiden sich Balki rückwärts in die Jergeni-Hügel (= Ostrand der Don-Wolga-Platte) ein. Diese Balki gehen in ihren Oberläufen und seitlich in viele Owragi über. Die Erosionsgeschwindigkeit und -stärke ist bei einer Reliefenergie von über 100 m (Wolga-Terrasse 15 m, Jergeni-Hügel 115—120 m über N. N.) sehr groß. Dieses Schluchtensystem dringt nach Westen gegen die flachen Täler und Balki der Karpowka vor. Das Karpowka-System, das zum Don entwässert, ist heute fossil, wenn man von wenigen, eng begrenzten Stellen im Mittellauf absieht. Flachwannige Tiefenzonen mit eingeschnittenen Balki und sanft gerundete Rücken wechseln in rascher Folge. Im großen und ganzen ist so die Oberfläche auf der Seite des Don-Einzugsgebietes viel reicher gegliedert als auf der Seite des Wolga-Einzugsbereiches. Für die Trassenführung der Eisenbahn wäre also, wenn man allein das Relief zu berücksichtigen brauchte, das donseitige Gelände viel ungeeigneter gewesen als das Wolgabiet. Mindestens hätte man — wenn man nur nach der Karte und einer kurzen Geländebegehung die Route der Bahn festgelegt hätte — den Bahnkörper auf der Wasserscheide von Wolga und Don erwartet. Die russischen Eisenbahningenieure haben aber die Trasse so weit wie möglich vom Wolga-System weg, westlich der Wasserscheide nicht nur an, sondern sogar bis in das Tal- und Balki-System der Donzuflüsse verlegt. Diese Linienführung resultiert ganz einfach aus der Beobachtung, daß die Schluchten der Wolgaseite Owragi sind, die rasch nach Westen vordringen. Es kommt noch hinzu, daß sie im kleinen ständig ihre Richtung ändern und damit schnell in die Breite wachsen. Die Karpowka-Ausläufer dagegen sind einfache, fossile Formen.

Man nimmt bei dieser Trasse sogar den Nachteil in Kauf, daß die Gleisanlagen sehr häufig auf künstlich

erbauten Dämmen über die Hohlformen, die in kurzem Abstand folgen, hinweggeführt werden müssen. Eine weitere Verkehrsbehinderung, die durch die Linienführung auf der Donseite eintritt, sind die ständigen Schneeverwehungen. Durch die im Winter fast ausschließlich aus Osten und Südosten, d. h. nach *Kusnezow* (1949, S. 259) aus der sogenannten Schneewüste Kasachstans, wehenden Winde, werden die Schneemassen bereits von Anfang November an bis Ende März auf dem leeseitigen Hang und damit im Bereich des Bahnkörpers abgelagert. Sie bilden so für die glatte Abwicklung des Hauptverkehrs zwischen Stalingrad und dem Kaukasus eine erhebliche Gefahr⁷⁾. Auch dieses Erschwernis ist unbedeutend gegenüber den Gefahren, die den Eisenbahnanlagen von dem Schluchtensystem auf der Wolgaseite drohen.

Aber auch nördlich von Stalingrad sind ähnliche Abhängigkeitsverhältnisse der Trassenführung von den Oberflächenformen zu beobachten. Mir ist das Gebiet nicht aus eigener Anschauung bekannt. Aber schon beim Studium einer Karte fällt auf, daß die Bahnlinie von Stalingrad nach Norden, d. h. nach Kamyschin und Saratow, nicht entlang der Wolga, etwa auf Terrassen, sondern 20—60 km weiter im Westen in einem Tal verläuft. Die ungezählten Schluchten, die zur Wolga entwässern und die Terrassen zerschneiden, erschweren einen Bahnbau ungeheuer. Auch eine Trasse auf den Höhen wäre ständig von der Erosionsdynamik der Owragi bedroht. So führt die Bahn auf dem Ostrand des Ilowlja-Tals nach Norden. Sie quert dabei zwar viele Täler und Schluchten, diese sind aber bei der geringen Reliefenergie zwischen dem Tal und den umgebenden Höhen im allgemeinen fossile Formen. Auch hier liegt der Bahnkörper im Lee der schneebringenden Ostwinde und wird ständig von Verwehungen bedroht.

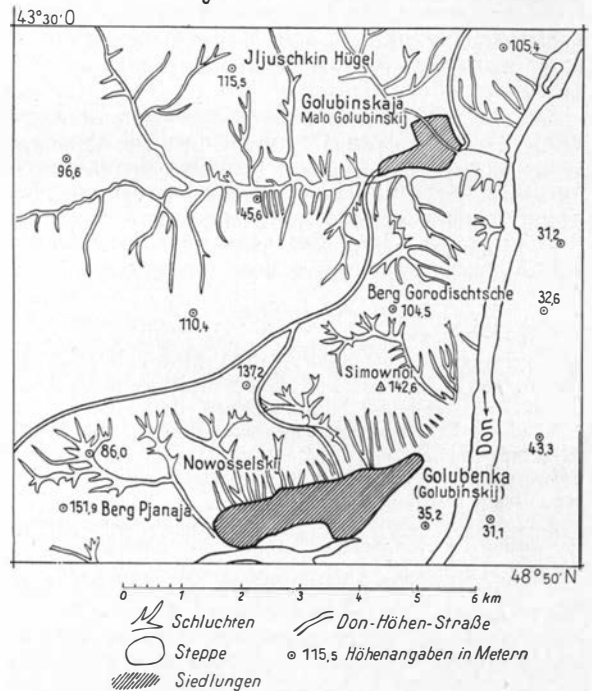
Auch dort, wo der Bahnbau erst projektiert ist, kann man erkennen, daß die vorgesehene Eisenbahntrasse den aktiven Schluchten, insbesondere den Owragi, ausweicht. In der Weltkarte 1:1000000 sind im Großen Don-Bogen zwischen dem Don und dem Tschir die geplanten Bahnlinien eingetragen. Aus eigener Ortskenntnis sind mir Stellen bekannt, z. B. vom Bahnhof Tschir nach Norden oder von Woroschilowgrad über Starobelsk nach Norden, auf die der oben für das Don-Wolga-System dargelegte Befund und die Erklärung ebenso zutreffen können⁸⁾. War es im Don-Wolga-System das Wolgaeinzugsgebiet, dem der Bahnbau ausweichen mußte, so ist es im Tschir-Don-System der Don, der die im Plan angezeigte Trassenführung des Bahnbaus im negativen Sinn beeinflusst hat. Größer noch als auf der Don-Wolga-

⁷⁾ Die russischen Eisenbahningenieure begegnen dieser Gefahr stellenweise durch Hochlegen der Bahnkörper bzw. durch Planieren größerer Flächen in den Hang hinein. Im letzten Fall legen sie die Bahnanlagen von der Leeseitenwirkung des Hanges weg auf mehr ebenere, künstlich angelegte Flächen. Beide Maßnahmen haben bei nicht allzu langem Schneetreiben oder geringerer Schneemenge guten Erfolg. Bei größerem Schneefall reichen auch sie als Schutz gegen Verwehungen nicht mehr aus.

⁸⁾ Vgl. auch die Blätter der Karte von Osteuropa (1:300000): A 49 Woroschilowgrad (Lugansk), A 50 Starobelsk, B 49 Millerowo, B 50 Bogutschar, C 49 Nishne Tschirskaja, C 50 Frolow.

Platte dürften in dem tief zerschluchteten Don-Bogen die Gefahren sein, die den Bahnkörpern durch die Schneeverwehungen am leeseitigen Hang der Höhen drohen. Aber auch hier nimmt man diesen Nachteil gern in Kauf, wenn man nur weit von dem sehr

Abb. 6: Schluchtensystem am Don nördlich von Kalatsch



aktiven, etwa 20 km breiten Erosionsbereich der dem Don tributären Balki- und Owragi-Systeme wegkommen kann. Die Regellosigkeit, mit der sie sich bald nach dieser, bald nach jener Richtung fortsetzen, zwingt zu weiten Umgehungen. Die Aktivität dieser Schluchtenzone am Don ist noch viel größer und ihre Verbreitung ist noch viel engmaschiger als im Wolgabereich, wie ein Ausschnitt aus einer Karte vom Don-Bogen nördlich Kalatsch zeigt (siehe Abb. 6) und wie es sehr eindrucksvoll die Geländeskizzen und Photographien von *Schmidt* (1948; 1952) erkennen lassen.

3. Zusammenfassung

Aus der Kenntnis der örtlichen Verhältnisse, eigenen Geländeskizzen, Photographien und Kartenstudium konnte ein, wenn auch unvollständiges System der Wolgaterrassen in der weiteren Umgebung von Stalingrad zusammengesetzt werden. Auf den einzelnen Terrassenhorizonten bzw. dem Rand der Wolga basieren Hohlformen, die teils fossil, teils in lebhafter Entwicklung sind. Es konnte bei der kartmäßigen Erfassung der einzelnen Erosionsformen — Täler, Balki, Owragi — eine fast 15 km breite Zone stärkster Abtragung auf dem Westufer der Wolga festgelegt werden. Ein ähnlicher Saum von mindestens 20 km Breite ist vom Don bekannt.

Ausgehend von diesen natürlichen Verhältnissen wurde versucht, die Zusammenhänge von der Linienführung der Verkehrswege, in diesem Fall der Eisen-

bahnen, und der Natur des Landes aufzudecken. Aus den Beobachtungen und Kartenstudien ging hervor, daß die Abhängigkeit der Trassenführung der Bahn von den Oberflächenformen und deren Genese in den untersuchten Gebieten sehr groß und für die Steppen am Don und an der Wolga charakteristisch ist. Dieser Zusammenhang wird hier deshalb besonders deutlich, weil die Formen, die Lage und Richtung der Verkehrswege beeinflussen, sich in den Lockergesteinen unter semiariden Klimabedingungen sehr rasch und großflächig bilden.

Der Bahnbau in diesen Steppengebieten ist damit nicht allein von den Oberflächenformen abhängig, sondern wird auch von der Dynamik der Bildungsvorgänge bedroht. Bei der Umgehung der morphogenetisch aktivsten Abtragungszonen werden andere Schwierigkeiten oder Gefahren wie Dammbauten oder Schneesverwehungen in Kauf genommen.

4. Schrifttum

1. *Balsak, S. S., Wasjutin, W. F. und Fejgin, J. G.*: Wirtschaftsgeographie der UdSSR, Teil II, Moskau 1940. Übersetzung von H. Laakmann: a) Das Wolgaland, Berlin 1942; b) Niederdonland und Nordkaukasien, Berlin 1942.
2. *Blum, O.*: Verkehrsgeographie. Berlin 1936, insbes. verwendet S. 12—15.
3. Enzyklopädie der Union der sozialistischen Sowjetrepubliken. Bd. I, Berlin 1950.
4. *Flohr, E. F.*: Beobachtungen und Gedanken über Bodenzerstörung im europäischen Rußland. In: Erdkunde, VIII, 1954, S. 316—323.
5. *Hassert, K.*: Allgemeine Verkehrsgeographie. 2. Aufl., Berlin - Leipzig 1931, insbes. verwendet S. 199—205.
6. *Iwatuka, S.*: The physiographical study on landslides and landcreeps which occurred in the surrounding area along all of railroads which belong to the Japanese national railways (Engl. Zusammenfassung). In: Bulletin of the Geographical Institute Tokyo University, Nr. 3, 1954, S. 97 bis 114.
7. *Kusnezow, P. S.*: Über die Wüste auf dem europäischen Territorium der UdSSR. In: Sowjetwissenschaft, 2, 1949, S. 259—260.
8. *Leimbach, W.*: Die Sowjetunion. Natur, Volk und Wirtschaft. Stuttgart 1950.
9. *Schmidt, W. F.*: Die Steppenschluchten Südrußlands. In: Erdkunde, II, 1948, S. 213—229.
10. *Schmidt, W. F.*: Art und Entwicklung der Boden-erosion in Südrußland. In: Mitt. a. d. Institut f. Raumforschung Bonn, Bad Godesberg 1952.
11. *Tuckermann, W.*: Verkehrsgeographie der Eisenbahnen des europäischen Rußland. Essen 1916, z. T. zitiert nach Hassert.

EINE UNTERSUCHUNG ÜBER DIE WASSERFÜHRUNG DES BODENS IN ABHÄNGIGKEIT VOM WITTERUNGSABLAUF UND VON DER VEGETATIONSBEDECKUNG

Günter Borchert

Mit einer Abbildung

Soil humidity regime in relation to weather sequence and vegetation cover.

Summary: During the two growing seasons of 1951 and 1952 the author carried out an investigation into the changes of soil humidity. Measurements were made at two points in the Elbmarsch near Uetersen; point one was

situated in an orchard and point two on a spot devoid of vegetation.

After explaining the methods employed for measuring and representing the results, the paper deals with the interpretation of the diagrams of soil humidity change at these two points. The area devoid of vegetation showed a greater total humidity in the investigated soil column of one metre in depth than the area with a vegetation cover. On the other hand the minimum and maximum values of soil humidity, 12·5 and 51 per cent. respectively, were found in the latter, as can be seen in the diagram. The soil moisture stored up during the winter and reaching to between 40 and 25 cm. beneath the surface, is only available for the budding trees in spring; later on the zone from which moisture is drawn increases down to a depth of 80 cm., and it may be assumed that in this zone so much water is extracted that eventually the soil becomes physiologically dry. During the summer months the zone near the surface is of great importance for providing the fruit trees with the necessary water. By loosening the soil around the tree, and mulching, as well as through a biological process which is induced by the shade of the trees, the soil structure becomes changed in such a way that the surface layer of soil is able to absorb like a sponge the water of the heavy summer rains, whereas in the area without vegetation the rain water runs off on the surface.

A stand of trees draws large amounts of water from the ground; the loose soil of the surface zone beneath the trees, well sheltered from the action of wind and sunrays is, however, able to store water. As can be seen from the description of the soil and from the soil humidity values of the diagram it would be wrong to classify the soil of the area where orchards are found in the Marsh as wet. It is the method of cultivation which has created an artificial forest soil. It must be left to further investigations to find out whether similar measures for regulating the soil humidity regime can also be applied in other climatic zones.

Für jede Aufgabe der Kulturtechnik oder Regionalplanung ist die Kenntnis der optimalen Wasserbilanz vonnöten. Muß dabei auf der einen Seite Klarheit über die Beziehungen zwischen Niederschlag, Abfluß, Verdunstung und Verbrauch gewonnen werden, so wird es andererseits notwendig sein, die Korrelation zwischen der Wasserführung des Bodens und den Witterungsphasen aufzudecken und quantitativ zu erfassen. Dabei muß weiterhin dem Wasserbedarf der Vegetation Rechnung getragen werden, womit wiederum der Land- und Forstwirtschaft für die jeweiligen Pflanzen Hinweise auf Optimalstandorte oder auf Gebiete mit einer zeitweise unzureichenden Wasserversorgung gegeben werden können. Auf der Basis derartiger Meßreihen kann darüber hinaus auch in der humiden Zone gezeigt werden, daß die künstliche Bewässerung bei sinnvoller Anwendung in den Zeiten der Verarmung des Oberbodens an Wasser zur Steigerung und Sicherung der Erträge beitragen kann. Großräumige Erfassung der Wasserbilanz und punktweise Erhebungen der Wasserführung des Bodens in Abhängigkeit von der Bodenstruktur, dem Witterungsablauf und der Vegetationsbedeckung ergeben somit ein Gesamtbild des Wasserhaushalts eines Gebietes.

Meßmethoden und Darstellung der Bodenfeuchte

Im Rahmen einer Arbeit über den Obstbau in den schleswig-holsteinischen Elbmarschen konnte die Wasserführung des Bodens in einer Meßreihe über