

JAHRESBERICHT

der Limnologischen Flußstation Freudenthal

Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt

der Max-Planck-Gesellschaft

1950

Ueber die Anwendung des Lochkartenverfahrens bei biologischen
Untersuchungen.

von Martin Scheele

Im Rahmen der Arbeiten der Flußstation wurde zur Auswertung botanischer und fischereibiologischer Untersuchungen mit sehr gutem Erfolg das Hollerith-Lochkarten-Verfahren herangezogen. Dabei wurde erkannt, dass diese Methode für derartige biologische Arbeiten einen hervorragenden Wert besitzt. - Da weder das Verfahren selbst noch seine Bedeutung im Rahmen der Wissenschaft bisher genügend bekannt zu sein scheinen, soll der vorliegende Aufsatz die eigenen Erfahrungen mit dieser Methode wiedergeben.

Das Lochkartenverfahren wurde bisher im wesentlichen nur in Wirtschaft und Industrie zu Buchungs- und ähnlichen Zwecken verwendet. In Amerika hat man aber in neuerer Zeit die grossen Vorteile der Methode auch für die Wissenschaft ausgenutzt. - Dagegen ist in Deutschland - zum Teil sicher aus finanziellen Gründen - nur sehr wenig in dieser Richtung gearbeitet worden. Grundlegende Vorarbeiten für die Verwendung der Methode wurden hier vor allem von PIETSCH und seinen Mitarbeitern geleistet. Herr Prof. PIETSCH hat auch das Lochkarten-Referat im Rahmen der deutschen Gesellschaft für Dokumentation inne.

Die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Anwendung des Lochkartenverfahrens in der Wissenschaft steckt ebenfalls noch in ihren Anfängen.

Die Arbeitsgrundlage des Hollerith-Verfahrens ist eine rechteckige Lochkarte, die 80 Ziffernspalten von je 10 Ziffern (0 bis 9) enthält. Die zu bearbeitenden Objekte lassen sich daher auf einer Karte nach 80 verschiedenen Gesichtspunkten ordnen, sofern die möglichen Werte oder Merkmale innerhalb eines Gesichtspunktes die Anzahl 10 nicht übersteigen. Ist dies der Fall, so lassen sich je nach Anzahl der benötigten Ziffernstellen beliebig viele Spalten zu einer Spaltengruppe zusammenfassen, die dann einem bestimmten Gesichtspunkt zugeordnet wird. -

Lassen sich nicht alle Gesichtspunkte, nach denen die Objekte bearbeitet werden sollen, auf einer Karte unterbringen, so können beliebig viele weitere Karten hinzugenommen werden.

Da für die Lochung im Normalfall nur Ziffern zur Verfügung stehen, können entweder Realwerte oder Schlüsselzahlen, die man in gesonderten Schlüssellisten bestimmten Merkmalen zuordnet, eingelocht werden. Für Sonderzwecke ist jedoch auch eine Alphabet-Lochung möglich, wofür Spezialmaschinen vorhanden sind.

Die Hollerith-Methode gestattet dann auf maschinellen Wege eine Sortierung der Karten nach jedem gewünschten Gesichtspunkt und jedem Merkmal sowie eine beliebige Kombination aller Gesichtspunkte und Merkmale. - Mit Hilfe besonderer Tabellier- und Rechenmaschinen ist es weiterhin möglich, die Ergebnisse der Sortiervorgänge maschinell aufzuschreiben, sowie Durchschnittswerte und Summen auszurechnen und ebenfalls schriftlich zu fixieren oder sogar nach Wunsch automatisch in neue Karten einzulochen. - Auf eine Erklärung der verschiedenartigen Hilfsmaschinen muss hier verzichtet werden.

Selbst ohne Beispiele dürfte schon aus der obigen Erklärung des Verfahrens klar geworden sein, worin seine allgemein grossen Vorteile liegen. - Für alle Arbeiten, ganz gleich ob experimenteller oder mehr beobachtender Art, bei denen laufend oder auch in grösseren Abständen ein umfangreiches Beobachtungsmaterial anfällt, das später nach verschiedenen Gesichtspunkten geordnet werden soll, wird die Methode einmal unentbehrlich werden, um dem Wissenschaftler zeitraubende mechanische Tabellenarbeit abzunehmen; ja, manche Arbeiten werden sich ohne eine solche Methode überhaupt nicht durchführen lassen!

Bei uns wurde das Verfahren zunächst für die Auswertung von ökologischen Untersuchungen über die Kieselalgen-Flora der Fulda herangezogen. - Die Vielfalt der Objekte und Gesichtspunkte machte diese Arbeit zu einem guten Prüfstein für die Methode.

Um die dabei gemachten Erfahrungen einem grösseren Leserkreis möglichst zusammengefasst zugänglich zu machen, zitiere

ich wörtlich aus dem methodischen Teil meiner Keselalgenarbeit:

"Um die vielseitigen Möglichkeiten des Lochkartenverfahrens im Rahmen der vorliegenden Abhandlung, zugleich aber auch für spätere Arbeiten voll ausnutzen zu können, wurden drei verschiedene Karteien angelegt.

Am wichtigsten ist die Biologische Arbeitskartei. Schon beim Analysieren wurden hierfür die Unterlagen geschaffen. In einen Vordruck konnten an Hand einer grossen übersichtlichen Schlüsselliste sofort die Artnummern der gefundenen Diatomeen und die zugehörige Häufigkeitskategorie eingetragen werden. Für jede Probe entstand auf diese Weise ein Formular, das nach Eintragung der betreffenden ökologischen und sonstigen, für die gesamte Probe geltenden Angaben bereits "lochfertig" war. Bei der Hollerith-Abteilung der Max-Planck-Gesellschaft wurde dann für jede Form in jeder Probe eine Lochkarte angelegt, so dass sich eine Gesamtkartenzahl von rund 15.000 Stück ergab.

Für die physiographischen Angaben wurde eine Physiographische Arbeitskartei aufgestellt. Dies hat den Vorteil, dass man die stets für den gesamten Standort geltenden physikalischen und chemischen Daten verschiedenen biologischen Proben zuordnen kann und den entsprechenden Platz auf den biologischen Lochkarten einspart. - Ausserdem lässt sich so für besondere Zwecke die Physiographie völlig gesondert behandeln. - Die Kartei enthält 140 Karten.

Schliesslich wurde noch eine Ergebniskartei der häufigsten beobachteten Diatomeenarten zusammengestellt. Diese Kartei enthält die wichtigsten Angaben, die bisher über die betreffenden Arten vorliegen. Sie diente dem Vergleich der allgemeinen Angaben mit den eigenen Beobachtungen und enthält 117 Karten.

Alle drei Karteien lassen sich über bestimmte Kopplungsgruppen, in denen die gleichen Gesichtspunkte untergebracht sind, miteinander kombinieren. - Ausserdem können die nunmehr vorliegenden Karten auch von anderen Bearbeitern beliebig oft

wiederverwendet werden, was auch dann besonders wichtig ist, wenn sich später noch neue Fragestellungen ergeben.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Lockkarten nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

Tabellengruppe 1: Uebersichtstabellen.

Für jede Form liegt eine nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnete Uebersichtstabelle vor, aus der unter Berücksichtigung sämtlicher zugehöriger Angaben alle Proben hervorgehen, in denen die Art gefunden wurde. - Die Probenanzahlen für die einzelnen Häufigkeiten und die Gesamtsumme der Proben, in denen die Art vorkommt, sind von der Tabelliermaschine rot geschrieben. Diese Summenangaben wurden automatisch in neue Summenkarten übernommen, aus deren Bearbeitung sich eine Probenfrequenzliste sämtlicher Arten ergab. - Im übrigen dienten die Uebersichtstabellen zur Orientierung für die weiteren Fragestellungen.

Tabellengruppe 2: Oekologische Tabellen.

Zur Klärung der Frage, ob und wie weit die einzelnen Diatomeenarten an bestimmte Substrate gebunden sind, wurde eine Tabelle angelegt, die nach Formen und innerhalb der Arten nach Standort (Aufwuchs, Boden, Plankton) und Substrat (24 verschiedene Substrate wurden untersucht) geordnet ist. Aus dieser Tabelle ist für jede Art ersichtlich, wie oft und mit welcher Häufigkeit sie in den genannten Standorten und auf den verschiedenen Substraten gefunden wurde. Weiterhin liegt eine Strömungstabelle vor, aus der man die Verteilung von Vorkommen und Häufigkeit der Arten auf sechs verschiedene Strömungsgruppen vom Stillwasser bis zum Wasserfall ablesen kann. - Je eine physiographische und eine Ergebnisliste dienten im Zusammenhang mit den biologischen Standorttabellen, die im Nachfolgenden noch beschrieben werden, der Feststellung der sonstigen Umweltbedingungen jeder Art sowie dem Vergleich mit den bisherigen ökologischen Angaben.

Tabellengruppe 3: Verbreitungstabellen.

Um die Verbreitung der beobachteten Formen im Untersuchungsgebiet zu erfassen, wurde für jede Art eine Verbreitungs-

tabelle geschrieben. Diese Tabellen sind innerhalb der Arten nach Flußkilometern und Nebenflüssen geordnet. Man kann daraus ablesen: Das Vorkommen der betreffenden Form im Flußverlauf von der Quelle bis zur Mündung und in den Nebenflüssen; die Häufigkeit der Art an ihrem Standort; die Summe der Proben, in denen die Art an jedem Standort und in jeder Häufigkeitskategorie gefunden wurde und schließlich die Summe der Standorte, getrennt nach Fulda und Nebenflüssen, an denen die Art auftritt."

Um ein ausführliches Tabellenbeispiel zu bringen, ist in der beigefügten Abbildung die Verbreitungstabelle der Art *Ceratoneis arcus* wiedergegeben.

Die Zahl 83 ist die Artnummer: *Ceratoneis arcus*. 01 bezeichnet den Fluss: Fulda. Die Zahlen 5340 bis 227 60 geben die Flußkilometer (von der Quelle an gerechnet) wieder, bei denen Proben genommen wurden und die Art auftritt. Dabei bedeutet die letzte Stelle Dekameter: 5340 heisst also 53,40 km unterhalb der Quelle. Innerhalb der Kilometerangaben finden wir die Häufigkeit der Art an diesem Standort verzeichnet. Nehmen wir km 227,60 als Beispiel: Wir sehen eine schwarze 01 und darunter eine rote 1, dann zweimal eine schwarze 2 und darunter eine rote 2, schliesslich viermal eine schwarze 4 und darunter eine rote 4. Das bedeutet: Bei km 227,60 wurde die Art (*Ceratoneis arcus*) einmal (in 1 Probe) mit Häufigkeit 1 (sehr selten), 2mal mit Häufigkeit 2 und 4mal mit Häufigkeit 4 gefunden. - Die in Höhe der roten 04 nach links herausgerückte rote 7 gibt an, dass die Art an diesem Standort in insgesamt 7 Proben gefunden wurde. Die noch weiter nach links gerückte rote 5 besagt, dass *Ceratoneis arcus* in der Fulda selbst an 5 der untersuchten Standorte vorkommt. - Schließlich geben die unter der roten 5 stehenden Ziffern (6, 8 und 9) die Nebenflüsse der Fulda an (verschlüsselt), in denen die Art sich fand. Die unter diesen Ziffern stehende rote 3 besagt, dass *Ceratoneis arcus* in 3 der untersuchten Nebenflüsse der Fulda gefunden wurde. - Die weiter rechts bei jeder Probe stehenden 4 schwarzen Zahlen geben Probemonat, Häufigkeit der Kieselalgen bei der Voruntersuchung, Biotop und Substrat an.

Art	Fluß	Nebenfluß	Kilometer	Häufigkeit	Monat	Voruntersuchung	Substrat	Biotop
83	o1		534o	o1	5	1	3	o
			<u>1</u>	<u>o1</u>				
			82oo	o1	5	2	3	o
				1	4	4	2	5
			<u>2</u>	<u>o2</u>				
			1oo4o	o1	4	5	1	1
				<u>1</u>				
				3	5	2	3	o
			<u>2</u>	<u>o1</u>				
			153oo	o4	5	2	3	o
			<u>1</u>	<u>o1</u>				
			2276o	o1	5	4	1	1
				<u>1</u>				
				2	7	5	1	1
				2	7	4	1	1
				<u>2</u>				
				4	4	4	1	1
	4	4	2	1	1			
	4	5	5	1	1			
	4	5	2	3	o			
	<u>5</u>	<u>7</u>	<u>o4</u>					
83	o1	5		3	5	1	3	o
			<u>1</u>	<u>o1</u>				
			8	1	4	3	1	1
				1	5	5	3	o
			<u>2</u>	<u>o2</u>				
			9	2	5	2	3	o
	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>o1</u>					

Die unterstrichenen Zahlen sind in der Originaltabelle rot.

Tabellengruppe 4: Liste der Vegetationsperioden.

"Aus einer Liste, in der das Vorkommen jeder Art nach Monaten und hier wieder nach Häufigkeit geordnet ist, lassen sich die Vegetationsmaxima der einzelnen Arten innerhalb des Jahres ablesen.

Tabellengruppe 5: Standorttabellen.

Um die Diatomeenvegetation und die Vergesellschaftung an jedem untersuchten Standort festzustellen, wurden für jede Station zwei Tabellen angefertigt: Aus einer Tabelle gehen alle Arten des betreffenden Standortes und die Anzahl der Proben, in denen sie dort gefunden wurden, hervor, die andere gibt die Häufigkeitsanordnung der Arten wieder. Ausserdem ist aus der ersten Tabelle die Summe der Formen jedes Standortes ersichtlich.

Kontroll- und Hilfslisten ergänzen noch diese vielseitigen Tabellen.

Um an dieser Stelle ganz besonders auf die hervorragende Bedeutung der Hollerith-Methode für die Wissenschaft hinzuweisen, sei betont, dass die gesamte Loch- und Tabellierarbeit zwei Arbeitskräfte für die Dauer von nur 10 Tagen in Anspruch genommen hat! - Es darf gesagt werden, dass dabei mindestens 1 Jahr rein mechanischer Handarbeit gespart wurde, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass hier eine erste Erprobung des Verfahrens vorliegt und die dabei gemachten Erfahrungen ergeben haben, dass sich die Methode noch weit mehr ausbauen lässt."

Die Hollerith-Methode wurde dann weiterhin bei den von MUELLER durchgeführten fischereibiologischen Untersuchungen benutzt. Auch hierbei traten die Vorteile und die Vielseitigkeit des Verfahrens wieder deutlich hervor.

Für Wachstumsuntersuchungen wurde eine Kartei von 1500 Karten und für Ernährungsuntersuchungen eine Kartei von 3600 Karten angelegt.

Die technische Durchführung der vielseitigen Auswertung nahm nicht mehr als 2 Arbeitstage für 2 Personen in Anspruch!

Inhaltsverzeichnis
der Jahresberichte 1949 und 1950.

Jahresbericht 1949

(Noch einige Exemplare vorhanden)

	Seite
1.) Vorwort	1
2.) Professor Beling zum Gedächtnis	2
3.) W. Schmitz und K. Müller - Das Fischsterben in der Werra	3
4.) J. Illies - Die Wasserkäfergesellschaften der Fulda (vorl. Mittlg.)	11
5.) E.J. Pittkau - Mitteilung über die in der Fulda und ihren Zuflüssen aufgefundenen Weichtiere	17
6.) W. Schmitz - Der Wasserchemismus der Fulda unter besonde- rer Berücksichtigung des biologischen Einflusses	20
7.) K. Müller - Fischereibiologische Untersuchungen an den Abwässergebieten der Fulda	26
8.) W. Schmitz - Der Wasserchemismus der Fulda unter besonde- rer Berücksichtigung der geologischen Einflüsse	28
9.) K. Müller - Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Bin- nenfischerei	37

Jahresbericht 1950

1.) M. Scheele - Die Limnologische Flußstation Freudenthal	1
2.) A. Beling - Bakteriologische Untersuchungen während der Fulda-Expedition 1948 (vorl. Mittlg.)	4
3.) J. Illies - Die Ephemeriden, Plecopteren und Trichopte- ren der Fulda-Expedition 1948	14
4.) K. Müller - Fische und Fischregionen der Fulda	18
5.) M. Scheele - Beitrag zur Frage der Abgrenzung von Kiesel- algen-Gesellschaften in fließenden Gewässern	23
6.) J. Illies - Zur bizönotischen Gliederung der Fulda	29
7.) K. Müller - Untersuchungen über die Bestandsdichte der Fische in der Forellenregion der Fulda	34
8.) K. Höll - Chemische Untersuchungen im Weserflussegebiet. Periodische Untersuchungen der Weser bei Hameln	39
9.) K. Müller - Beobachtungen über Schuppengenerationen bei der Bachforelle (<i>Trutta fario</i> L.) vorl. Mittlg.	43
10.) W. Schmitz - Flammenphotometrische Analysenverfahren in der Wasseranalyse	45
11.) W. Schmitz - Quantitative Phytoplankton-Untersuchung mit Membranfiltern	60
12.) M. Scheele - Ueber die Anwendung des Lochkartenverfahrens bei biologischen Untersuchungen	66

A n s c h r i f t e n
der Limnologischen Flußstation Freudenthal
und der Verfasser.

Dr. M. Scheele
K. Müller
(und Verwaltung)

Weserstation der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Hann.-Münden
Galgenberg 19

Dr. J. Illies
E. J. Fittkau

Fuldastation der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Schlitz (Oberhessen)

Frau Dr. A. Beling
W. Schmitz

Werrastation der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Freudenthal
bei Witzenhausen

Dr. K. Höll

Mitarbeiter der
Limnologischen Fluß-
station Freudenthal
Hameln (Weser)
Kaiserstr. 58

Wir bitten die in Frage kommenden Stellen höflichst um
Separaten-Austausch.