

# Zur automatischen Regulierung des Grund- bzw. Grabenwasserstandes in kombinierten Be- und Entwässerungssystemen

Dr.-Ing. D. Voigt, KDT, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

## 1. Prinzipien und Bedingungen der Grundwasserregulierung

Die Durchführung großflächiger Meliorationsmaßnahmen, insbesondere die zweiseitige Wasserregulierung auf dem Acker- und Grünland, erweist sich im Zusammenwirken mit der Chemisierung und Mechanisierung immer stärker als ein ausschlaggebender Hebel zur Ertragssteigerung /1/.

Unter der Grundwasserregulierung versteht man die Kombination von Entwässerung und Eintaubewässerung mit Hilfe offener Gräben durch die Einhaltung bestimmter Grund- und Grabenwasserstände in Abhängigkeit von Vegetation und Witterung zum Zweck einer optimalen Wasserversorgung der Pflanzen.

Voraussetzung für eine wirksame Grundwasserregulierung sind ausreichende Vorflut und Wassereinspeisung sowie verstellbare Staubauwerke in den Gräben.

Die Grundwasserregulierung kommt hauptsächlich für ebene, schwach geneigte Niederungen mit Grundwassersanden, Anmoor oder sandunterlagerten flachgründigen und tiefgründigen Niedermooren in Frage /2/.

Grundwasserregulierungssysteme sollen möglichst geringen Arbeitsaufwand beim Betrieb erfordern. Niedrige Investitions- und Jahreskosten ist eine weitere Forderung. Die erzielten Mehrerträge sollen möglichst hoch sein.

Bei großen Grabenabständen werden die landwirtschaftlichen Arbeiten am wenigsten behindert.

Grundwasserregulierungssysteme sind im allgemeinen mit einer Vielzahl von Stauvorrichtungen versehen, von deren exakter Bedienung der Erfolg der Grundwasserregulierung abhängt. Aufgrund der großen Anzahl der Stau- und ihrer komplizierten und häufigen Betätigung ist der Staubetrieb mit hohem Arbeitsaufwand und hohen Anforderungen an die meliorationstechnische bzw. regelungstechnische Qualifikation der Stauwärter verbunden. Eine Mechanisierung und Automatisierung der Grundwasserregulierung zur Senkung des Arbeitsaufwands und zur Steigerung des Regulierungseffektes liegt daher im volkswirtschaftlichen Interesse.

## 2. Überblick zu den Verfahren der Grundwasserregulierung

In Tafel 1 sind die wichtigsten Verfahren der Grundwasserregulierung charakterisiert.

Die in der DDR vorhandenen Grundwasserregulierungssysteme entsprechen im wesentlichen den in Tafel 1 ausge-

führten Verfahren 1 bzw. 2 (z. B. LPG Falkenthal, Neuhol- land), wobei die Mechanisierung (Verfahren 3) angestrebt wird (Untere Havel—Dosse). In technologischer Hinsicht handelt es sich dabei um die klassischen Verfahren der Ent- wässerung und Eintaubewässerung mit offenen Gräben und von Hand bedienten Stauköpfen mit Staubohlen bzw. Stau- schützen mit Handwinden.

Technisch bereitet der Bau derartiger Anlagen keine Schwie- rigkeiten. In ökonomischer Hinsicht kann mit diesen Anlagen eine hohe Effektivität erreicht werden. In der LPG Neu- holland betragen die Investitionskosten 497 M/ha und die Jahreskosten 37 M/ha. Die Erträge konnten von 30,4 dt GE/ha auf 41,5 dt GE/ha gesteigert werden. Bei einem lang- jährigen durchschnittlichen Mehrertrag von 5 dt GE/ha er- gibt sich eine Nutzrate von 33,5 Prozent und eine Rückfluß- dauer von rund 3 Jahren. Dieses sehr günstige ökonomische Ergebnis ist in erster Linie durch die niedrigen Anlagekosten bedingt, da vorwiegend vorhandene Gräben ausgebaut wur- den /3/. Es wird eingeschätzt, daß von 1 AK etwa 300 bis 400 ha betreut werden können.

Die einfachste Möglichkeit der Senkung des Arbeitsauf- wands für die Grundwasserregulierung besteht in der Me- chanisierung, d. h. in der Ausrüstung aller Staubauwerke mit Handwinden (Verfahren 3). Der Staubetrieb selbst unter- scheidet sich nicht von dem der Verfahren 1 bzw. 2; von 1 AK dürften jedoch bis zu 500 ha betreut werden können.

Die Erhöhung des Regulierungseffektes gegenüber den Ver- fahren 1 und 2 dürfte bei diesem Verfahren vernachlässigbar klein sein. Der ökonomische Nutzen besteht im wesentlichen in der Arbeitserleichterung und der damit verbundenen Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Eine größere Steigerung der Arbeitsproduktivität und des Regulierungseffektes wird mit dem Verfahren 4 möglich. Bei diesem Verfahren werden die Grund- und Grabenwasser- stände gemessen und zu einer Zentrale übertragen, wo sie ausgewertet und registriert werden können. Nur bei Ab- weichungen von den Sollwerten ist ein Abfahren und Be- dienen der Staubauwerke erforderlich. Eine Arbeitskraft ist dadurch in der Lage etwa 800 ha zu betreuen. Wegen der größeren Übersichtlichkeit und besseren Information ist auch eine Erhöhung des Regulierungseffektes zu erwarten. Rechnet man bei den Verfahren 1 bis 3 mit etwa 10 dt GE/ha Mehrertrag, dürfte hier ein zusätzlicher Mehrertrag von 4 dt GE/ha zu erreichen sein.

Tafel 1. Verfahren zur Grundwasserregulierung

Id. Nr.	Charakterisierung des Verfahrens	Meßfühler	Soll-Ist-Vergleich	Stellglieder
1	manuelles Verfahren (reine Handarbeit)	Grund- und Grabenwasserpegel	manuell	manuell betätigte Stauköpfe (Staubohlen)
2	teilmechanisiertes Verfahren	Grund- und Grabenwasserpegel	manuell	manuell betätigte Stauköpfe (Staubohlen) und Stau- mit Handwinden
3	vollmechanisiertes Verfahren	Grund- und Grabenwasserpegel	manuell	alle Stau- mit Handwinden; manuell betätigt
4	teilautomatisiertes Verfahren	zentrale Meßwerterfassung	manuell	manuelle Betätigung der Stau- mit Handwinden
5	teilautomatisiertes Verfahren	zentrale Meßwerterfassung	manuell	Fernbedienung bzw. -steuerung der Stau- mit E-Antrieb von Zentrale aus
6	teilautomatisiertes Verfahren	dezentralisierte lokale Meßwerterfassung	automatisch, vor Ort u. manuell	Stau- mit Staubohlen, von Hand bedient und Stau- mit E-Antrieb, automatisch betätigt
7	vollautomatisiertes Verfahren (dezentralisierte Regelweise)	lokale Meßwerterfassung	automatisch, vor Ort	alle Stau- mit E-Antrieb, automatisch betätigt
8	vollautomatisiertes Verfahren	(lokale Meßwerterfassung)	automatisch, vor Ort	hydromechanisch betätigt, automatische Stau- (System NEIRP1C)
9	vollautomatisiertes Verfahren	zentrale Meßwerterfassung	automatisch (Prozeßrechner)	Fernsteuerung von Zentrale aus (E-Antrieb der Stau-)

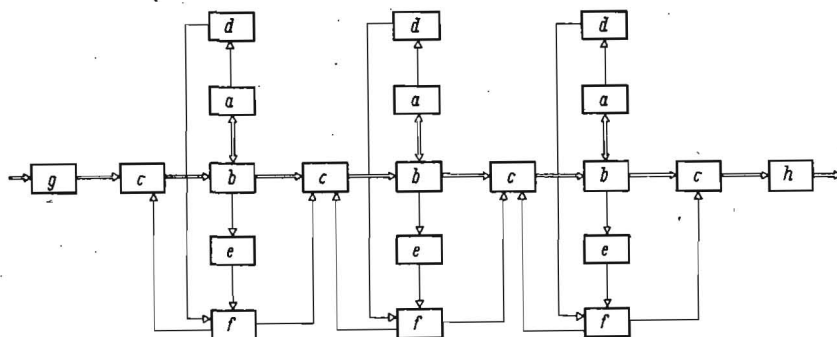


Bild 1. Blockschema eines automatisierten Grundwasserregulierungssystems (Verfahren 8); a Staubereiche, b Be- und Entwässerungsgraben, c Stau, Wehre, Schütze, d Grundwasserstandsmeßfühler, e Grabenwasserstandsmeßfühler, f Steuer- bzw. Regeleinrichtung, g Zuleiter, h Vorfluter

Das Verfahren 5 in Tafel 1 ist in der UdSSR für die Regulierung des Wasserstands in großen Bewässerungssystemen entwickelt worden. In einer Zentrale werden die Wasserstände an wichtigen Punkten des Systems erfaßt und ausgewertet, d. h. mit Sollwerten verglichen. Bei Abweichungen betätigt ein Dispatcher Stau, Schütze oder Einlaßbauwerke bzw. Pumpstationen, um die erforderlichen Wasserstände zu erreichen. Dieses Verfahren kommt wegen der erheblichen Aufwendungen für Meßwertübertragungen und Steuerleitungen für unsere Grundwasserregulierungssysteme zur Zeit nicht in Frage.

Bei dem Verfahren 8 handelt es sich um hydromechanische oder hydroautomatische Stau, die in Abhängigkeit vom Ober- oder Unterwasserstand durch Schwimmer und Hebel- oder andere Übertragungselemente selbsttätig verstellt werden. Die bisher bekannten Einrichtungen erfüllen nicht mehr die heutigen Anforderungen. An ihrer Weiterentwicklung wird gearbeitet /4/. Da sie im allgemeinen nur für die Regulierung der Wasserstände im Oberwasser oder Unterwasser vorgesehen sind, ist ein Einsatz in den zweiseitigen Grundwasserregulierungssystemen nicht ohne weiteres möglich.

Was hinsichtlich des technischen Aufwands für Meßwertübertragung und Steuerleitungen zum Verfahren 5 gesagt wurde, trifft in verstärktem Maß für das Verfahren 9 zu. Bei diesem Verfahren werden die Stellglieder in Abhängigkeit von den Grund- und Grabenwasserständen betätigt, wobei die Situation im gesamten System in einer Zentrale erfaßt wird und je nach Situation an alle Stellglieder ein entsprechender Stellbefehl erteilt wird.

In der Zentrale müssen dazu für alle möglichen auftretenden Situationen entsprechende Stellbefehle gespeichert oder programmiert sein. Dieses Verfahren erfordert daher einen hohen technischen Aufwand für Übertragungsleitungen und für die Zentrale. Für den automatischen Soll-Ist-Vergleich kommen Prozeßrechner in Frage /5/.

Die Ökonomie dieses Verfahrens ist stark von der Größe des Systems und der entsprechenden anteiligen Flächenbelastung durch die Zentrale abhängig. Gegenwärtig kommt dieses Verfahren für die Praxis ebenfalls nicht in Frage.

### 3. Funktionsweise ausgewählter Verfahren

Bei den Verfahren 6 und 7 wird der Mensch weitgehend durch technische Einrichtungen im Produktionsprozeß ersetzt und behält lediglich die Aufgaben der Wartung und Kontrolle der technischen Systeme.

Die Verfahren 6 und 7 realisieren beide das gleiche technologische oder regelungstechnische Prinzip; sie unterscheiden sich nur durch den Mechanisierungsgrad.

Bei dem Verfahren 7 sind jedem Staubereich Meßfühler für die Grund- und Grabenwasserstände und elektrisch angetriebene Stau bzw. Stauschütze zugeordnet (Bild 1). Die Regelung des Wasserstands erfolgt in Form einer Festwertregelung.

Für den Grundwasserstand wird ein maximaler und ein minimaler Wert vorgegeben (einstellbar). Dasselbe erfolgt für die Grabenwasserstände, wobei zur Erzielung eines bestimmten Grundwasserstands jeweils ein bestimmter Grabenwasserstand erforderlich ist.

Die Meßfühler sind als binäre Meßgeräte ausgebildet. Die Stau sollen nur zwei Zustände — entweder geöffnet oder geschlossen — annehmen können, wobei das Ausmaß der Öffnung durch Endlagenschalter veränderlich einstellbar sein kann.

Im Staubereich können Wasserüberschuß oder Wassermangel oder keins von beiden auftreten. Wasserüberschuß bedeutet, daß sowohl der Grundwasserstand als auch der Grabenwasserstand die an den Meßfühlern eingestellten Maximalwerte erreicht haben. Wassermangel bedeutet, daß Grund- und Grabenwasserstand bis zu den Minimalwerten abgesunken sind. Ist weder Überschuß noch Mangel vorhanden, ist das zum Staubereich gehörende Stau geschlossen.

Bei Wasserüberschuß muß das zum Staubereich gehörende Stau geöffnet werden. Das überschüssige Wasser fließt in den unterhalb liegenden Staubereich bzw. Graben. Ist in dem Staubereich der Grabenwasserstand unter den eingestellten Maximalwert gesunken, wird das Stau wieder geschlossen. Tritt in dem unterhalb liegenden Staubereich ebenfalls Wasserüberschuß auf, wird das entsprechende unterhalb liegende Stau ebenfalls geöffnet, aber stets erst dann, wenn die Grund- und Grabenwasserstände die Maximalwerte erreicht haben.

Bei Wassermangel wird das zum oberhalb liegenden Staubereich gehörende Stau geöffnet. Aus diesem Staubereich fließt dann solange Wasser in den Staubereich mit Wassermangel, bis der Grabenwasserstand über den Minimalwert angestiegen ist, dann wird das Stau geschlossen.

Werden in dem oberhalb liegenden Staubereich die Minimalwerte beim Grund- und Grabenwasserstand ebenfalls erreicht, dann wird das bei diesem Staubereich oberhalb liegende Stau geöffnet und der Vorgang wiederholt sich (Kettenreaktion).

Die oberhalb liegende Stelleinrichtung kann auch eine Überpumpstation oder dergleichen sein, die solange arbeitet, bis im anliegenden Staubereich der Wassermangel beseitigt ist. Als letzte Stelleinrichtung im System ist ein Schöpfwerk einsetzbar, das bei Wasserüberschuß im anliegenden Staubereich das Wasser abpumpt. Für alle Staubereiche eines Systems kann eine standardisierte, einheitliche Regeleinrichtung verwendet werden. Eine zentrale Meßwerterfassung und -verarbeitung ist nicht erforderlich. Damit entfallen auch lange Übertragungsleitungen. Der Arbeitsaufwand umfaßt lediglich die Wartung und Kontrolle der technischen Einrichtungen, so daß von einer Arbeitskraft mindestens 1000 ha betreut werden können. Das Verfahren garantiert eine effektive und sparsame Wassernutzung.

Aufgrund der flexiblen und empfindlichen Reaktions- und Arbeitsweise dieses Verfahrens ist mit einem guten Regulierungseffekt zu rechnen. Der gegenüber den klassischen

Tafel 2. Technologisch-ökonomischer Verfahrensvergleich (Schätzwerte)

Verfahren Nr.		3	4	6	7
Arbeitsproduktivität	ha/AK	500	800	<1000	>1000
Investitionskosten	M/ha	2800,—	2998,—	3069,—	3115,—
Investitionskosten für Automatisierung	M/ha	—	198,—	269,—	315,—
Jahreskosten	M/ha	162,—	183,—	182,—	186,—
Mehrertrag	dt GE/ha	10	14	15	16
Mehreinnahmen	M/ha	350,—	490,—	525,—	560,—
Gewinn	M/ha	188,—	307,—	343,—	374,—
Rückflußdauer	Jahre	15	10	9	8

Verfahren 1 und 2 erreichbare Mehrertrag wird mit 6 dt GE/ha angenommen. Etwas geringere Kosten, aber auch etwas schlechtere Regulierung gegenüber dem Verfahren 7 ergeben sich bei dem Verfahren 6. Bei diesem Verfahren sind nicht alle Stau mit E-Antrieben ausgerüstet, sondern nur die wichtigsten. Die übrigen Stau sind als Stauköpfe mit Staubohlen ausgebildet. Die regelungstechnische Funktionsweise ist die gleiche wie beim Verfahren 7. Durch die manuelle Bedienung der Stauköpfe ist der Arbeitsaufwand etwas höher.

Es wird angenommen, daß von 1 AK bis zu 1000 ha betreut werden können. Der erreichbare Mehrertrag wird auf 5 dt GE/ha geschätzt.

#### 4. Wertung einiger Verfahren

In Tafel 2 sind einige Verfahren mit ihren wichtigsten geschätzten technologischen und ökonomischen Parametern zusammengestellt. Aus der Tafel geht hervor, daß in ökonomischer Hinsicht (Rückflußdauer) offenbar zwischen den Varianten nur sehr geringe Unterschiede bestehen. Bei den getroffenen Annahmen wäre deshalb eine Automatisierung der Grundwasserregulierung nicht gerechtfertigt.

Das Verfahren 7 ermöglicht jedoch mit relativ geringen zusätzlichen Investitionen eine hohe Arbeitsproduktivität und läßt einen guten Regulierungseffekt erwarten, so daß dieses Verfahren gegenwärtig als optimales Verfahren der automatischen Grundwasserregulierung einzuschätzen ist.

#### Literatur

- 1/ Grüneberg, G.: Die gegenwärtigen Aufgaben bei der weiteren Verwirklichung der vom VIII. Parteitag beschlossenen Agrarpolitik der SED. Berlin: Dietz Verlag 1974.
- 2/ Leue/Scholz/Wertz: Grundwasserregulierung in „Rationelle und effektive Be- und Entwässerungsverfahren“. Leipzig-Markleeberg: Agra-Buch 1972.
- 3/ Dorn, F.; Scholz, A.: Einstaubewässerung in der LPG Neuholland. Feldwirtschaft 11 (1970) H. 4, S. 158.
- 4/ Sarow, V. V.: Welche Konstruktion von Hydroautomaten soll benutzt werden? Hydrotechnik und Melioration, Moskau 23 (1971) 7, S. 57.
- 5/ Liedtke, H.-G. Zum Einsatz von Prozeßrechnern in der Landwirtschaft. Dt. Agrartechnik 21 (1971) H. 4, S. 174—176, H. 5, S. 239—241, H. 6, S. 288—289.

Außerdem wurden noch folgende Quellen ausgewertet:

Barkan/Cankin: Automatik und Telemechanik im Dienst der Bewässerung. Kolchoznoe proizvodstvo, Moskau 21 (1961) H. 4, S. 38.

Chamadov, J. B., u. a.: Hydraulische Selbstregulierungssysteme in Bewässerungskanälen. Hydrotechnik und Melioration, Moskau 19 (1967) H. 3, S. 36.

Divis/Lysy: Automatische Regelung der Durchflußwassermenge bei Bewässerungsanlagen. Zemedelske Stavby zemedelske Meliorace (1960) H. 10, S. 347.

Divis, J.: Automatische Regulierung des Bewässerungswassers. Sbornik ceskoslow. Akad. Zemedelskych Ved, zemedelska Techn. 7 (1961) H. 5, S. 383.

Hanff, F.: Erfahrungen mit der zweiseitigen Wasserregulierung in der LPG Gohren-Lebbin, Kreis Röbel. Meliorationsinformation 5 (1971) H. 5, S. 14.

Heinige, V.: Zweiseitiges Wasserregulierungssystem. Hydrotechnik und Melioration, Moskau (1974) H. 1, S. 73.

Konrad: Durch Einstaubewässerung höhere Erträge. Agrarinformationen 6 (1970) H. 9, S. 7.

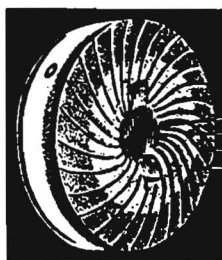
Roznov, V. A.: Vorrichtung zur Regelung des Wasserspiegels in Bewässerungsgräben. UdSSR-Patent Nr. 192 426, Kl. 84a, vom 9. Aug. 1965/6. Febr. 1967.

Scholz, A.: Die Einstaubewässerung auf Niederungsstandorten. Agrarinformationen 6 (1970) H. 5, S. 15—18.

Sjegenbrat/Kopev: Telemechanische Vorrichtung für die Regelung der Arbeitsweise von Bewässerungssystemen. UdSSR-Patent Nr. 199 236, Kl. 21c, 47/01.

Timofeev, S. M./Us, V. J.: Telemechanisierung von Bewässerungssystemen. Mechaniz. i elektrif. soc. sel'skogo chozj. Moskau 22 (1964) H. 3, S. 28. A 9741

# ORANO



Original

**ILUS-HSM 55/57  
Mahlscheiben**

von höchster  
Wirtschaftlichkeit

Rechtzeitige Bestellung  
empfiehlt sich für eine baldige Auslieferung

Reparatur und Herstellung

**Orano-Mühlenbau (12)  
Norbert Zwingmann, Mühlenbaumeister**

5812 Thamsbrück (Thüringen)

Tel.: Bad Langensalza 28 14