

BAUTECHNOLOGISCHE UND BAUORGANISATIONSFRAGEN DER STAHLBETONBAUTEN FÜR ABWASSERREINIGUNG

M. SARLÓS

Lehrstuhl für Bauausführung und Organisation, TU Budapest
Eingegangen am 20. Januar 1979
Vorgelegt von Prof. Dr. Z. VAJDA

I. Bautechnologie

1.1 Montagebauweise

Der Bau aus Stahlbeton-Fertigteilen von Bauwerken für kommunale Versorgungsanlagen kommt erst jetzt in Gang, hat jedoch große Perspektiven. Daher bedürfen seine im Vergleich zur monolithischen Ausführung neuen Züge einer ausführlicheren Behandlung.

Die an vorgefertigte beckenartige Objekte der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung gestellten wichtigsten Anforderungen sind:

- Funktionalität,
- Möglichkeit zum Massenaufbau umfangreicher Anlagen,
- Dauerhaftigkeit, lange Lebensdauer, Korrosionsbeständigkeit,
- Eignung der Stahlbetonelemente zur Betriebsfertigung, zum Transport und zur Montage,
- gute Einbaumöglichkeit der technologischen Einrichtungen,
- hohe Produktivität, geringer Bedarf an lebendiger Arbeit,
- günstige Festigkeits- und Undurchlässigkeitseigenschaften,
- wasserdichte Ausführung der Fugen zwischen den Fertigteilen.

Ein wesentlicher Vorteil der Montagebauweise gegenüber der monolithischen ist die Verminderung der Abhängigkeit von den Witterungseinflüssen. Da die Objekte größtenteils Plattenkonstruktionen sind, an die strenge Undurchlässigkeitsforderungen gestellt werden, wird die technologische Wirksamkeit durch

- die Verminderung des Montageanteils auf der Baustelle,
- die Verminderung der Fugenzahl durch größere Fertigteilmessungen,
- die Anwendbarkeit des technologischen Systems und des kontinuierlichen Bauorganisationsverfahrens beeinflusst.

Die Größe der Fertigteile wird neben den Herstellungsbedingungen auch durch die Wirtschaftlichkeit von Transport und Einheben (Lichttraumprofil auf Schiene und Straße, Tragfähigkeit fahrbarer Krane usw.) bestimmt.

1.11 Eignung von Stahlbetonobjekten für die Vorfertigung

Unter den Stahlbetonobjekten für Abwasserreinigungsanlagen gibt es solche, die

a) ganz vorgefertigt werden können, wie Schächte oder andere schachtartige Objekte, kleine ($V \sim 100 \text{ m}^3$) Becken und das Abwasserpumpwerk Typ MOBA, dessen Stahlbetonringe durch Kunstharzmörtelfugen verbunden sind;

b) zum Teil aus Fertigteilen gebaut werden können, wie Becken mit mittlerem und großem Raumgehalt ($V > 100 \text{ m}^3$) deren Bodenplatte zweckmäßigerweise monolithisch gebaut wird, die Wände und die etwaige Decke jedoch aus Fertigteilen bestehen können;

c) ganz monolithisch auszuführen sind, wie die Objekte von Abwasserreinigungsanlagen mit komplizierter Geometrie oder Einzelbauten besonderer Größe, die auch in der Zukunft nach Einzelprojekten ausgeführt werden sollen.

Auch die zusätzlichen Hochbauten (Bedienungsgebäude, Pumpenhaus, Filterhaus usw.) können teils aus Fertigteilen gebaut werden, wobei es sich empfiehlt, die im Hochbau benutzten vorgefertigten Skelettkonstruktionen zu verwenden. Auch die Anwendung der im ungarischen Bauwesen eingeführten bzw. entwickelten Systeme der Leichtbauweise ist gerechtfertigt.

Die Vorfertigung der Objekte unter a) darf sowohl im Prinzip als auch praktisch als gelöst gelten. Die Ausführung in Montagebauweise von mittleren und großen becken- oder kastenartigen Objekten ist jedoch erst in Ausgestaltung begriffen. Durch den großen volkswirtschaftlichen Bedarf an solchen Anlagen scheint die ausführliche Beschreibung dieses Verfahrens, seines gegenwärtigen Entwicklungsstandes und seiner Perspektiven gerechtfertigt zu sein.

1.12 Beschreibung des Konstruktionssystems

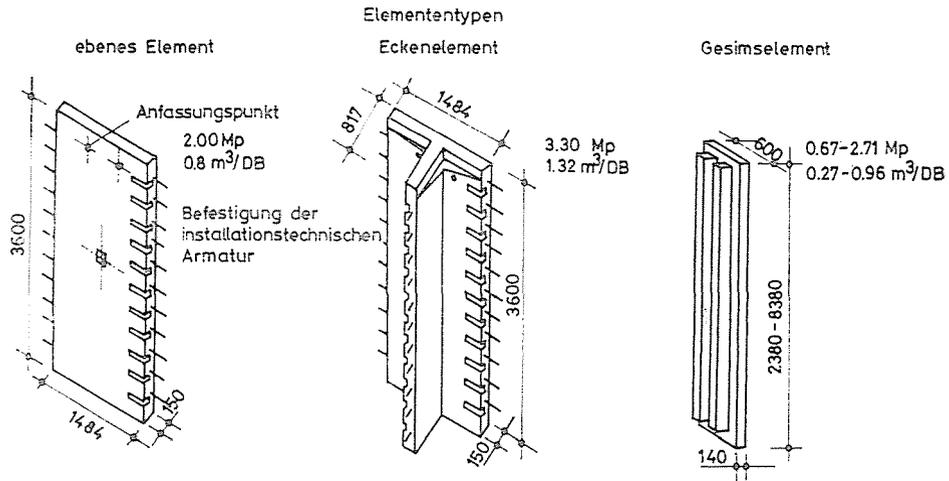
In Ungarn ist die Montagebauweise für Abwasserreinigungsanlagen noch in anfänglichem Stadium, Fertigteile werden lediglich von einem einzigen Betrieb mittlerer Kapazität (Mittelungarischer Baubetrieb für Stadttechnische Versorgung und Tiefbau Gödöllő) hergestellt und eingebaut, von diesem Betrieb stammen die genannten Erfahrungen.

Die Objekte werden mit monolithischer Stahlbeton-Bodenplatte und durch senkrechte ebene Flächen begrenzten Seitenwänden gebaut. Die Vorfertigung der Bodenplatte wäre nicht unmöglich, ihr zuverlässiger Einbau, die Verbindungen sind jedoch dermaßen arbeitsaufwendig, daß gegenwärtig von der Vorfertigung keine wesentliche Ersparung an lebendiger Arbeit zu erwarten ist.

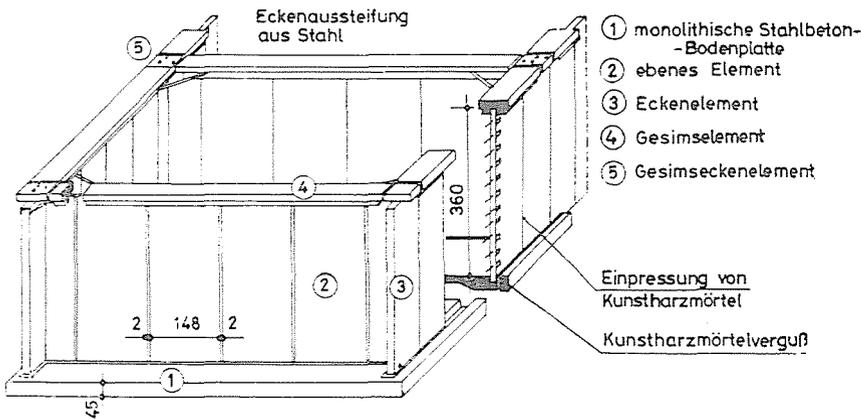
In Gegenwart von Bodenwasser muß, um das Aufschwimmen zu vermeiden, eine dicke Bodenplatte angeordnet werden, für die keine Vorfertigung in Frage kommt. Die geringere Steifigkeit und Tragfähigkeit in Verbindung mit der Vorfertigung ist auch für die Stabilität ungünstig. Monolithische Bodenplatten haben einen minimalen Schalungsbedarf, die Bewehrungen können vorgefertigt, das Einbringen der großen Betonmassen gut mechanisiert werden.

Nach dem Gesagten läßt sich die Ausführung auf der Baustelle von Stahlbetonkonstruktionen in zwei verschiedene Grundprozesse unterteilen:

- Herstellung einer monolithischen Stahlbeton-Grundplatte mit großer Masse, und
- Montage von Stahlbetonfertigteilen.



Becken des Abwasserreinigungsobjektes in Kompaktbauweise



Verbindung zwischen Fertigteilen

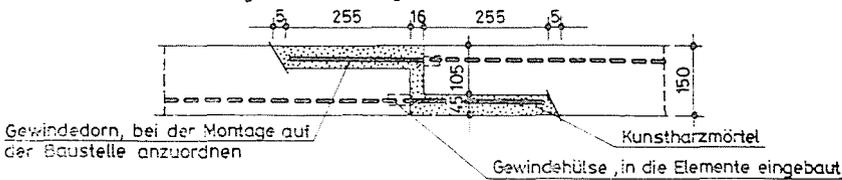


Abb. 1

Die Seitenwände haben — von der Höhe unabhängig — 15 cm Dicke. Die üblichen Wassertiefen sind: 1,8; 2,0; 2,4; 3,0; 3,6 m.

Die Fertigteiltypen: — ebenes Element, Eckelement, Gesimselement — sind in Abb. 1 zu sehen.

Die Undurchlässigkeit der Bauwerke wird durch die 15 cm dicken vorgefertigten Wandplatten gewährleistet; es wird Beton der Güteklasse B 280—20—30/3 verwendet. Die Höhe der Wandplatten ist gleich der vollen Wandhöhe, sie werden miteinander durch stahlbewehrte Kunstharzmörtelfugen verbunden (Abb. 1). Die Wandplatten werden an der Oberkante durch die Gesimselemente als geschlossener Rahmen zusammengehalten. Durch die Einspannung in die Grundplatte und den Rahmen die Oberkante entlang werden Stöße die senkrechten Kanten entlang erforderlich. Die auftretende Torsion wird durch die Gesimselemente abgefangen und mit Hilfe von Schweißverbindungen auf die Eckenelemente übertragen. Die Bewehrungen der Großplatten sind vereinheitlicht.

Für Ver- und Entsorgungs- und andere notwendige Leitungen können sowohl in den ebenen als auch in den Eckenelementen Rohrdurchbrüche ausgespart werden. Für die Leitungen werden vorgefertigte Flansche einbetoniert, in welche die technologische Rohrleitung angeordnet und nach genauem Einstellen eingeschweißt wird.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die kombinierte monolithische und Montagebauweise eigentlich eine Notlösung darstellt, unter den gegenwärtigen Verhältnissen bedeutet ihre Anwendung aber einen Fortschritt und vielleicht die Annäherung des erreichbaren Optimums. Die Widersprüchlichkeit dieser Verbundbauweise macht eine Weiterentwicklung notwendig. Für die Ausführung der Ort beton-Grundplatten mit verhältnismäßig geringer Masse (100 bis 200 m³) muß wegen der strengen Gütevorschriften und der hohen Mechanisierung der monolithischen Technologie eine teure Maschinenreihe kurzzeitig (für ein oder zwei Tage) eingesetzt werden. Durch die häufigen Stehzeiten wird die Betriebsstundenzahl vermindert, die Ausnutzung der Maschinen herabgesetzt, was die Erfolge des Unternehmens ungünstig beeinflusst.

1.13 Ausführungsvorgang

Die Fertigteile können in der zentralen Vorfertigungsanlage des Unternehmens, nach der Fertigungstechnik ortsfester Betriebe hergestellt werden. Sie werden während der Herstellung, Lagerung und der Aufladung auf ein Transportmittel mit Hilfe eines an den Anfassungspunkten mit besonderer Greifvorrichtung ausgerüsteten Hebwerkes bewegt.

Die Vorbereitungsarbeiten auf der Baustelle — Bodenaushub, Verspreizung, Entwässerung, Herstellung der monolithischen Bodenplatte — erfolgen in der traditionellen Weise. Die Einhaltung der Höhenlagen ist außerordent-

lich wichtig. Die monolithische Bodenplatte wird in Stahlschalung betoniert, die durch einen Autokran eingehoben wird. Dieser eignet sich zugleich für die Verlegung der vorgefertigten Stahlbewehrung. Der gefalzte Rand der Grundplatte muß mit hoher Genauigkeit ausgestaltet werden.

Bei der Montage wird zuerst ein Eckelement aufgestellt und provisorisch mit Hilfe eines Absteifergerüsts befestigt. Dann werden die ebenen Elemente verlegt. Sowohl das Eckelement als auch das ebene Element sind beiderseitig verkeilt. Die gemeinsame Fluchtebene der Elemente wird durch die an der Oberkante angeordnete Befestigungsgabel gesichert. Nach Einrichten der Elemente in horizontaler Richtung und Aufsetzen der Gesimselemente kann das Montagegerüst demontiert werden.

Die Fugen der so montierten Konstruktion werden mit Kunstharzmörtel vergossen, der in 4 Stunden erhärtet und bei Temperaturen über -10°C und trockenem Wetter verarbeitet werden kann. Nach Abdichtung (z. B. mit Katepox) der Grundplatte, Ausführung der Ausbau- und installationstechnischen Arbeiten folgt der Druckversuch.

1.14 *Analyse der Aufwendungen*

Die vergleichende Wirtschaftlichkeitsanalyse der monolithischen und der Montagebauweise läßt sich in Ungarn — unter gleichen technischen Bedingungen — grundsätzlich nach zwei Verfahren durchführen. Einerseits müssen die Gesamtbaukosten der beiden Bauweisen, andererseits der Bedarf an Vorarbeiten auf der Baustelle verglichen werden.

1.141 *Kostenvergleich*

Nach den ungarischen Erfahrungen sind die Gesamtbaukosten bei Montagebauweise

- für kleinere Objekte um 50%,
- für mittelgroße und große Objekte um 20 bis 25% höher als bei monolithischer Bauweise.

Diese Differenz läßt sich bei größerer Verbreitung der Montagebauweise, durch Ausdehnung der Serienfertigung, Erhöhung der Bauteilzahlen und infolgedessen durch bessere Ausnutzung der Schablonen und anderer Einrichtungen vermindern. Die Kostendifferenz zwischen den beiden Bauweisen ergibt sich aus den Fertigungs- und Montagearbeiten, da die Kosten für Baustellenvorbereitung (Erdarbeiten, Entwässerung, Grundbau), ferner für installationstechnische Arbeiten gleich sind. Bei Montagebauweise sind die Kosten für Oberbauarbeiten 2,5- bis 3mal höher. Dieses Verhältnis ist gleich dem auf anderen Gebieten des Tiefbaues. Der Unterschied zwischen den Kosten für die beiden Bauweisen ist zum Teil dem in der Bauindustrie gegenwärtig geltenden

Preissystem zuzuschreiben, wie auch das gegenwärtige niedrige Preisniveau der Wasserbauobjekte für die kommunale Versorgung.

1.142 Vergleich des Bedarfs an lebendiger Arbeit

Nach den ungarischen Erfahrungen der letzten Jahre betragen bei Montagebauweise

— der Bedarf an lebendiger Arbeit auf der Baustelle 20 bis 25%,
 — der Gesamtbedarf an lebendiger Arbeit 50% des Bedarfs bei traditioneller Bauweise. Bei den Oberbauarbeiten erfordert die Montagebauweise um etwa Dreiviertel weniger lebendige Arbeit auf der Baustelle als die monolithische. Neben der Arbeitslohn ersparung haben auch die so ersparten Arbeitsstunden für die Volkswirtschaft eine große Bedeutung. In der Qualifikation der Mitarbeiter ist aber ein Unterschied zu verzeichnen. Für die Montagebauweise sind wohlorganisierte Arbeitsgruppen erforderlich, was bei der monolithischen Bauweise weniger ausschlaggebend ist. Bei monolithischer Stahlbetontechnologie entfällt auf einen Mitarbeiter ein Produktionswert von 18 000 bis 20 000 Ft/Monat; unter Anwendung der Montagebauweise ist auf die Gesamt arbeitsstunden bezogen eine etwa 2,5fache, auf die Baustellenarbeitsstunden bezogen eine etwa 4fache Produktivitätszunahme festzustellen.

Dieser günstige Produktivitätsindex läßt sich durch mechanisiertes Kleben der Bauteile noch weiter verbessern. In der bisherigen Praxis beträgt der Bedarf an lebendiger Arbeit des Klebens etwa ein Viertel des gesamten Bedarfs an lebendiger Arbeit der Bauausführung.

Als weiterer bedeutender Erfolg ist die Verkürzung der Bauzeit zu werten.

Gegenwärtig beträgt die Bauzeit für einen Absetzbecken von 1000 m³ Raumgehalt (bei Montagebauweise) 3 Monate, bestehend aus den Teilzeiten für:

— Erdarbeit, monolithische Bodenplatte	6 Wochen
— Montage auf der Baustelle	1 Woche
— Fugenabschluß mit Kunstharzmörtel	2—3 Wochen
— Ausbaurbeiten (Schweißen, Auffüllen mit Wasser für die Druckprobe usw.)	2 Wochen
Insgesamt	12 Wochen.

Das sind etwa 50 bis 60% des Bedarfs bei monolithischer Bauweise. Dank der kürzeren Bauzeit läßt sich das Bauwerk rascher in Betrieb setzen, die der Bauzeit proportionalen Kosten nehmen wesentlich ab. Auch der erforderliche Bauarbeiterbestand vermindert sich auf etwa die Hälfte. Dadurch werden zum Teil der Arbeitskräftemangel in der Bauindustrie gemäßig, zum Teil eine Arbeitskräfteumlenkung ermöglicht.

Durch die Mechanisierung des Klebens kann zwar der Bedarf dieser Technologie an lebendiger Arbeit vermindert werden, die Verbindung der

Bauteile ist aber ein bedenklicher Punkt der Montagebauweise. Es sollte ein trockenes Verfahren entwickelt werden, das zu dieser Technologie besser paßt und vielleicht eine genauere Ausführung ermöglichen würde (z. B. durch profilierte verzahnte Gummiverbindungen).

Nach ungarischen Plänen wurden bis jetzt folgende Abwasserreinigungsanlagen in Montagebauweise ausgeführt bzw. projektiert:

Szikszó	200 m ³ /d
Villány	150 m ³ /d
Kernkraftwerk Paks	600 m ³ /d
Wohnsiedlung Kernkraftwerk Paks	3200 m ³ /d
Bükk	300 m ³ /d (im Bau)
Gusjatin (UdSSR)	600 m ³ /d (im Bau)
Bogorodtschan (UdSSR)	500 m ³ /d (im Bau)
Lovászi	300 m ³ /d (Projekt)
Hegyeshalom	500 m ³ /d (Projekt)
Lenti	600 m ³ /d (Projekt)
Tiszafüred	4000 m ³ /d (Projekt)
Szigetvár	6000 m ³ /d (Projekt)
12 Anlagen	insgesamt 16 950 m ³ /d

Durch Modernisierung der Bautechnologie von kommunalen Versorgungsanlagen trat auch in der Betrachtungsweise der technischen Projektierung eine Änderung ein. Die Entwurfsbearbeiter werden angespornt,

- die Reinigungstechnologien zu vereinheitlichen,
- die Stahlbetonbauten für die einzelnen Technologien zu typisieren,
- Reaktionsbecken einfacher Form auszugestalten, um die Vorteile moderner monolithischer und Montagebauweisen auszunutzen.

In der monolithischen Bauweise ist in der Mechanisierung der Erdarbeiten, der Entwässerung und der Betonarbeiten ein wesentlicher Fortschritt zu verzeichnen. Weitere Aufgaben sind hier eine ständige und fortlaufende Modernisierung des Maschinenparkes, qualitative Verbesserung und Gleichmäßigkeit des Erzeugnisses (z. B. der Betonmischung). Auch die verhältnismäßig rückständigen Schalungs- und Bewehrungsarbeiten bedürfen unbedingt der Modernisierung. Vorgefertigte, geschweißte Bewehrungsnetze und moderne Schalungsplatten treten in den Vordergrund.

Eine, vielleicht die einzige Möglichkeit, die Bauaufgaben zu bewältigen, ist die Einführung der Montagebauweise bei Stahlbetonobjekten. Bei gut abgestimmter technischer Projektierung kann der Umfang der Aufgaben die für eine wirtschaftliche Vorfertigung notwendigen Massen erreichen. Die Verbreitung der Montagebauweise erfordert jedoch auch einen entsprechenden indu-

striellen Hintergrund. Durch den geringeren Bedarf an lebendiger Arbeit und die kurzen Durchlaufzeiten könnten die gegenwärtig noch höheren Kosten ausgeglichen werden. Ein weiterer Vorteil der Montagebauweise ist, daß ihre Einführung die Voraussetzungen für eine kontinuierliche Produktionsorganisation schafft und dadurch Wirksamkeit und Volumen der Produktion der Baubetrieben bedeutend zunehmen. Obwohl auf volkswirtschaftlicher Ebene die Verbreitung der Montagebauweise günstig ist, wird sie die monolithische Bauweise noch eine geraume Zeitlang nicht ganz ersetzen können. Das ist auch gar nicht ihr Zweck. Daher ist es wichtig, das technische Niveau auch der monolithischen Technologien zu heben.

2. Einige Bauorganisationsfragen der Wasserbauobjekte für kommunale Versorgung

Die Aufgaben der wissenschaftlich fundierten, allgemeinen Arbeitsorganisation wurden von dem zuständigen Fachausschuß der RGW (György Lázár) wie folgt festgelegt [27]:

- zeitliche und räumliche Verteilung der Arbeit (Verteilung der Werk-tätigen je nach ihrer den Produktionsabschnitten entsprechenden Qualifikation und ihrem Fach, Planung des Produktionsablaufes aufgrund der einzelnen Arbeitsplätze und Arbeitsvorgänge);

- Ausgestaltung einer richtigen Kooperation (Zustandbringen einer zweckdienlichen Zusammenarbeit zwischen einzelnen Werk-tätigen und Werk-tätigengruppen);

- Organisation der Arbeitsplatzgestaltung und -versorgung (Einrichtung, Anordnung und Bedienung);

- Vervollkommnung der Arbeitsmethoden und Handgriffe (Festlegung der Ausführungsweise der Arbeit und der Reihenfolge der Arbeitsgänge, Bewegungsanalyse und Koordination usw.);

- Ausbildung und Fortbildung der Werk-tätigen (Abstimmung der Allgemein- und Fachbildung mit den Anforderungen der technisch-wirtschaftlichen Entwicklung);

- Normen der Arbeit;

- materielle und moralische Motivation zur Arbeit;

- Verbesserung der Arbeitsverhältnisse und -bedingungen (die psychischen, hygienischen, sicherheitstechnischen, kulturellen, ästhetischen Bedingungen, die Ordnung von Arbeit und Erholung mit inbegriffen).

- schöpferische Aktivität, Entwicklung des Arbeitswettbewerbs, Verbesserung der Arbeitsdisziplin.

Da die angeführten Arbeitsorganisationsaufgaben allgemeingültig sind, gelten sie sowohl für die Verhältnisse ortsfester Industriebetriebe als auch für

jene der Bauindustrie; aus ihnen lassen sich die eigenartigen Organisationsforderungen, Zielsetzungen für den Tiefbau und somit für den Bau von kommunalen Wasserversorgungs- und Abwasserbehandlungsanlagen ableiten.

In Ungarn muß die Organisation der Ausführung von Tiefbauarbeiten mit der Erforschung und Auswertung der in Frage kommenden Organisationsverfahren begonnen werden. Die Lebensfähigkeit der modernen, rechentechnischen Organisationsmethoden auf mathematischer Grundlage hängt neben den objektiven Bedingungen von der Erfüllung verschiedener grundsätzlicher Anforderungen ab. Solche sind das Vorhandensein einer hinreichend alten und zuverlässigen Datensammlung, gründliche und umsichtige Kenntnis der Technologie, Erfassung und wohlfundierte Entwicklung der Kraftquellen und andere unentbehrliche Bedingungen einer wirksamen Organisation. Jede Organisationstätigkeit muß — unter Berücksichtigung des Prinzips eines stufenweisen Vorgehens — von der augenblicklichen Lage in der Bauindustrie ausgehen.

In Ungarn ist zwischen der allgemeinen praktischen Organisation in der Bauindustrie und dem Niveau der Organisationstheorie eine bedeutende Diskrepanz festzustellen. Die erste Aufgabe der Fachleute ist heute, eine Auswahl der Organisationsverfahren zu treffen, sodann deren konkrete Anwendbarkeit in der Bauindustrie zu beweisen, d. h. nachzuweisen, daß der Einsatz moderner Organisationsmethoden unter den gegebenen objektiven Bedingungen begründet, möglich und sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus anderer Sicht vorteilhaft sei.

Die Ausdrucksweisen, Mittel der Organisations- bzw. Programmierverfahren sind allgemein bekannt. Von diesen kann die Netzwerktechnik jedoch nur zum Teil zu den Ausdrucksmitteln gezählt werden, da ihre Anwendung eine Rückwirkung auf die Organisationskonzeptionen ausübt. Nach der Fachliteratur [3] ist die Netzwerktechnik ein Mittel der Produktions- und Organisationsleitung, eine Darstellungsweise, ein Ausdrucksmittel der betreffenden Organisationspläne, Konzeptionen, gleichzeitig aber auch eine Möglichkeit dieser auf höherem Niveau.

Die Netzwerktechnik hat in der Bauindustrie zwei grundlegende Anwendungsbereiche:

- den auf die vorgegebene Bauaufgabe orientierten Netzplan;
- den die Tätigkeit der Bauausführungsbetriebe darstellenden Netzplan.

Besonders letzterer ist in mancher Hinsicht mit Fragen der Produktionsorganisation verknüpft.

Der Bau von Stahlbetonbauwerken für Abwasserreinigungsanlagen darf organisatorisch als ein Teilgebiet einer breiteren Kategorie, des Baues von kommunalen Versorgungsanlagen und des Tiefbaues betrachtet werden.

Für die Anwendung von Organisationsmethoden ist ein Datensystem unerlässlich.

2.1 Der Platz des Bauens von Wasserbauobjekten für die kommunale Versorgung im Tiefbau

Die Stahlbetonobjekte für kommunale Abwasserreinigungsanlagen werden in Ungarn überwiegend von Baubetrieben für technische Versorgungsanlagen, Tiefbau und Wasserbau gebaut. Der Bau von Wasserbauobjekten ist ein eigenartiger Teilbereich des Baues von kommunalen Versorgungsanlagen von rasch zunehmender Bedeutung. Seine organisatorischen Probleme haben viele Ähnlichkeit mit dem Bau von Tiefbauobjekten. Daher gelten die hier empfohlenen und beschriebenen Organisationsverfahren, Zusammenhänge und Feststellungen größtenteils nicht nur für die Bauorganisation von Stahlbetonobjekten für Abwasserreinigungsanlagen, sondern auch für den Tiefbau im allgemeinen. Lineare Tiefbauanlagen erfordern jedoch von den genannten abweichende Bautechnologien und Organisationsmethoden.

Die bekannten Bauweisen, modernen Technologien sind unzertrennlich mit der Mechanisierung von zunehmender Bedeutung verknüpft, durch die Konzentration des Maschinenparkes werden jedoch die Voraussetzungen einer wirksamen Produktion noch nicht erfüllt. Die Faktoren der Produktion müssen miteinander im Rahmen einer organisatorischen Tätigkeit in Einklang gebracht werden.

Unter den gegenwärtigen Bedingungen lassen sich die Einflußfaktoren der Ausgestaltung der günstigsten Organisationsmethode hinsichtlich der Beeinflußbarkeit in zwei Hauptgruppen unterteilen:

in objektiven Faktoren:

- der technische Inhalt der Bauaufgabe;
 - Menge, Umfang bzw. Einzelcharakter der Bauaufgabe;
 - verwendete Baustoffe, Konstruktionen, technische Lösungen;
 - Niveau und Typen der zur Verfügung stehenden Arbeitsmittel, Maschinen;
 - klimatische und meteorologische Verhältnisse
- können kurzfristig nicht geändert werden, nach ihrer Klärung müssen sich die Organisationsmethoden anpassen;

in subjektiven Faktoren:

- Qualifikation der Mitarbeiter;
- technologische Disziplin;
- Arbeitsdisziplin
- Motivation
- Leitungs- und Lenkungsmethode,

die den Platz der Mitarbeiter in der Produktion determinieren.

Eine wirksame betriebliche Produktionsorganisation muß auch im Bau von kommunalen Versorgungsanlagen und im Tiefbau auf ein ausgedehntes und zuverlässiges Datensystem gegründet sein. Den wesentlichen Teil der

Datenbank bilden normenartige Daten, die unter Berücksichtigung der Betriebsgegebenheiten die Merkmale des Tiefbaues und in dessen Rahmen des Bauens stadttechnischer Einrichtungen spiegeln müssen. Diese Datenbasis leistet selbstverständlich auch bei der Durchführung anderer betrieblicher Aufgaben gute Dienste, so z. B. in der Ausgestaltung der optimalen Unternehmungspolitik des Unternehmens, in der Selbstkosten- und Gewinnplanung usw. Niveau, Intensität und Erfolg der Produktionsorganisation sind bei den ungarischen Betrieben, die sich gegenwärtig mit dem Bau kommunaler Versorgungsanlagen und Tiefbau beschäftigen, sehr verschieden. Es kommt vor, daß die Betriebe die Bauarbeiten ohne einen vorherigen Produktionsorganisationsplan, »aus dem Stegreif«, oder nach einem nicht hinreichend begründeten Produktionsorganisationsplan beginnen.

Manchmal wird im ganzen Land eine einheitliche Datenbasis benutzt, was den Nachteil hat, daß die lokalen und betrieblichen Besonderheiten unbeachtet bleiben, wo doch auf verschiedenen Ebenen der Produktionsorganisation und dementsprechend der Lenkung und Leitung verschieden ausführliche Daten, Informationen benutzt werden müssen.

Es ist zweckdienlich, das betriebliche Normensystem im System der Bauindustriellen Budgetnormen (ÉKN) auszugestalten. Durch dessen Aggregation auf verschiedenen Niveaus entstehen weitere Normativensysteme, deren Anwendungsbereiche schon die unternehmerische Planung, die Unternehmung usw. sind.

Am Lehrstuhl für Bauausführung und Bauorganisation an der TU Budapest wurde im Jahre 1975 die Vorkommenshäufigkeit der ÉKN-Ziffern bei drei Wasserbaubetrieben untersucht, zu deren Profil neben dem Bau kommunaler Versorgungsanlagen selbstverständlich auch jener von vielerlei Wasserbaubjekten gehört. Nach den Untersuchungsergebnissen werden von dem Wasserbauunternehmen Budapest im Mittel 1400 ÉKN-Posten benutzt; die Verteilung derselben und der bei zwei anderen Wasserbaubetrieben benutzten ÉKN-Posten wurden tabellarisch zusammengestellt:

	Wasserbaubetrieb Budapest	Süd-Wasserbaube- trieb	Ost-Wasserbaube- trieb
Band I	64 20	— —	13 16
Band II	308 128	64 65	42 22
Band III	251 126	83 112	17 38
Band IV	49 35	— —	12 26
Band V	165 54	71 73	14 19
Band VI	34 121	1 16	— 54
Band VII	— —	— —	— —
Band VIII	52 20	50 16	22 20

Aus der Tabelle ist zu erkennen, daß bei einer Datenbank im ÉKN-System das Unternehmen etwa 1000 bis 2000 Posten laufend in Evidenz halten und aktualisieren muß.

2.2 *Kontinuierliche Produktionsorganisation*

Die Produktionsorganisation wird definiert als »eine Tätigkeit mit dem Zweck, die räumliche, harmonische Abwicklung, Organisation, Leitung und Überwachung des Herstellungs-, Ausführungs-Hauptprozesses und der Hilfsprozesse auszugestalten, die Unternehmungen, Teilaufgaben und Tätigkeiten, die Ausführungszeiten und Termine, die Arbeitskräfte, die Maschinenausnutzung, die Materialversorgung, die Normenzeiten und andere mehr im Interesse des wirksamen Funktionierens der Produktionsorganisation zu koordinieren und zu einem Zeitplan zu vereinigen [15].

Die zwei Grundformen der Produktionsorganisation in der Bauindustrie sind die objektorientierte und die technologische Organisation. Die objektorientierte oder individuelle Organisation bezieht sich auf das zu erbauende Objekt. Der Ausführungsprozeß jedes Bauobjektes wird getrennt organisiert. Der Zweck ist, den Ausführungsprozeß vorzubereiten und zu organisieren, damit die Bauausführung rasch, wirtschaftlich und in bezug auf eine gegebene Baustelle womöglich betriebsmäßig erfolge. Das Mittel zu diesem Zweck ist die Ablaufplanung der Kraftquellen, Baustoffe und technologischen Teilprozesse unter Berücksichtigung eines kontinuierlichen Arbeitens am Objekt. Kennzeichnend ist, daß die Betriebsorganisationen nicht ständig sind, sondern zu Beginn jedes Bauvorhabens neu organisiert werden. Dadurch kann sich eine harmonische zeitliche und räumliche Durchführung der Organisation verwirklichen. Das Räumliche erhält eine ausschlaggebende Bedeutung.

Der wichtigste Nachteil der Anwendung dieser Organisationsform ist, daß sie die wegen der stürmischen Entwicklung der Bautechnologien erforderliche Spezialisierung hindert, auch werden, um die Arbeitskräfte ständig zu beschäftigen, oft Pufferarbeiten notwendig, was zum Anlegen immer neuerer Arbeitsfronten führt.

Im allgemeinen Bauwesen beginnt die objektorientierte Produktionsorganisation in den Hintergrund gedrängt zu werden, im Tiefbau ist sie jedoch oft auch heute notwendig, und wird es voraussichtlich auch in der Zukunft sein. Das kann folgende Ursachen haben:

- die räumliche Verstreutheit der Tiefbauaufgaben;
- die Hindernisse der Einführung der Montagebauweise;
- der individuelle Charakter der Bauaufgaben;
- die oft ungleichmäßige Versorgung mit Arbeit der für das technologische System kennzeichnenden Hauptbetriebe;
- die auch auf Jahre bezogen große quantitative und qualitative Streuung der Bauaufgaben.

Der stürmisch wachsende Umfang der Bauaufgaben, die Entwicklung von Konstruktionssystemen und Typentechnologien haben die Bedingungen für die Anwendung einer massenhaften, technologischen Produktionsorganisation geschaffen. In demselben Sinne wirkte auch die Industrialisierung des Bauens, wobei ein wachsender Anteil der Teilprozesse desselben in ortsfeste Betriebe, in zentrale Betriebe eines Unternehmens verlegt wurden. Die Organisationsaufgaben und in deren Rahmen auch die zeitliche Organisation erhielten eine größere Bedeutung.

Die in zentralen Anlagen konzentrierten Materialvorbereitungs-, Vorfertigungsprozesse mußten mit den gebietlich zerstreuten zahlreichen Einbauprozessen abgestimmt werden. Hier erfolgte in der Organisation eine qualitative Änderung. Die traditionellen Bauorganisationsverfahren waren dafür nicht geeignet, die zum Teil zentralisierte Massenproduktion und die dezentralisierten Einbauprozesse zu synthetisieren. Die volle Produktionstätigkeit der Baubetriebe erfassende, komplexe, kontinuierliche Produktionsorganisationsverfahren traten in den Vordergrund, die sämtliche Prozesse eines modernen technologischen Systems zu beschreiben, zu modellieren fähig sind.

Das Wesen des technologischen Systems ist, daß die bauausführende Organisation auf technologisch spezialisierte Einheiten, Hauptbetriebe, Betriebe unterteilt wird, die einen ständigen Kraftquellenbestand haben. Die grundlegende Zielsetzung ist, die Kapazität der spezialisierten Produktionsorganisationen kontinuierlich auszulasten.

Aus der Sicht der Bauzeit sind zwischen den Grundformen der Bauproduktionsorganisation (objektorientiertes und technologisches System) bedeutende Unterschiede bemerkbar. Während bei der objektorientierten Organisation ständig, ohne Unterbrechung an dem Objekt gearbeitet wird, treten beim technologischen System im Bau des Objekts — bewußte, zeitweilige — Unterbrechungen ein. Die Ursache ist die Absicht des Unternehmens, die hochwertigen Maschinen und Einrichtungen ständig mit Arbeit zu versorgen. Das verursacht scheinbar eine längere Durchlaufzeit bei den im technologischen System ausgeführten Bauwerken. Da jedoch die Kapazität und die Kraftquellen der technologischen Betriebe wesentlich größer sind als jene der traditionellen Hauptbauleitungen, wird die Zeitdauer der einzelnen technologischen Prozesse wesentlich abgekürzt. Es wird ermöglicht, für die Baustelle ideale Kraftquellen einzusetzen, die Baustelle voll auszunützen. Durch die Bauorganisation im technologischen System wird also die Gesamtbauzeit der einzelnen Objekte nicht notwendigerweise verlängert. Eines der Kriterien der gut funktionierenden, kontinuierlichen Bauorganisation ist die Abkürzung der Bauzeiten im Vergleich zu dem traditionellen System. Das ist die Tendenz der Bauzeiten der Gesamtproduktion des Unternehmens, einzelne — objektorientiert organisierte — Bauvorhaben von besonderer Bedeutung können eine Ausnahme bilden.

2.21 Produktionsorganisation in Fließfertigung

Die auf den Bau von technischen Versorgungsbetrieben und Tiefbauanlagen gesetzten Erwartungen werden von Produktionsorganisationen im technologischen System weitgehend erfüllt.

Eine der Methoden der Produktionsorganisation im technologischen System ist die Bauweise in Fließfertigung, für die wesentlich ist, daß

— der Bauprozess der nach derselben oder ähnlicher Technologie erbauten Objekte in Teilprozesse zerlegt wird;

— nach der technologischen Reihenfolge und der obenbeschriebenen Prozeßanalyse Arbeits- oder technologische Abschnitte gebildet,

— für die Ausführung zu demselben technologischen Abschnitt gehörender Teilprozesse Taktbrigaden aufgestellt,

— durch ein Zusammenlegen der zu demselben Arbeitsabschnitt gehörenden Taktbrigaden Produktionseinheiten (Bauleitungen) spezialisiert werden.

Die Zerlegung des vollen Bauprozesses auf Arbeitsabschnitte hat den Zweck, spezialisierte Produktionseinheiten zustande zu bringen, was wiederum eine Bedingung der kontinuierlichen und gleichmäßigen Bauorganisation ist. Die Voraussetzung für die Einführung der Produktionsorganisation in Fließfertigung ist die Massenproduktion. Im Bauwesen läßt sich diese Forderung erfüllen, wenn Objekte gleicher Art und gleichen Typs gebaut werden.

Von J. NEZVAL [53] wurden die Bauobjekte aus der Sicht der Bauorganisation in Fließfertigung in vier Hauptgruppen unterteilt:

a) Zahl und Arbeitsbedarf der Arbeitsabschnitte sind bei allen Arbeiten annähernd gleich;

b) die Zahl der Arbeitsabschnitte ist für alle Arbeiten gleich, der Arbeitsbedarf ist jedoch unterschiedlich;

c) die Zahl der Arbeitsabschnitte ist unterschiedlich, die Aufteilung kann jedoch so erfolgen, daß der Arbeitsbedarf der einzelnen Arbeiten annähernd gleich sei;

d) nicht alle Arbeiten lassen sich auf gleiche Arbeitsabschnitte zerlegen, und auch der Arbeitsbedarf der einzelnen Arbeitsabschnitte ist ungleich.

Den unterschiedlichen Organisationsbedingungen entsprechend entstanden zwei Formen der Bauweise in Fließfertigung:

a) *Synchronisierte Fertigungsstraße*

Diese Organisationsart ist bei gleichen Objekten anwendbar, deren Arbeitsabschnitte gleichartige Teilprozesse gleichen Umfangs enthalten. Es besteht die Möglichkeit, Produktionseinheiten ständiger Zusammensetzung mit ständiger Ausrüstung auszugestalten. Die Kapazität der Produktionsorganisationen ist so zu wählen, daß die Dauer der zu verschiedenen Arbeitsabschnitten gehörenden Teilprozesse bei allen Gebäuden gleich sei und sich dadurch eine vollständige Taktgleichheit erzielen lasse.

b) *Arhythmische Fertigungsstraße*

Diese wird für die Organisation im Falle von Objekten ungleichen Charakters benutzt, wenn die technologischen Prozesse und damit auch der Arbeitsbedarf bei den einzelnen Objekten verschieden sind. Da die spezialisierten Produktionsorganisationen eine ständige Kapazität haben, wird der Zeitbedarf derselben technologischen Prozesse je Bauobjekt verschieden sein, daher läßt sich keine rhythmische Tätigkeit der Taktbrigaden gewährleisten. Bei der Organisation einer arhythmischen Fertigungsstraße sind zwei einander widersprechende Zielsetzungen vorhanden. Einerseits muß den Taktbrigaden kontinuierlich ein Arbeitsbereich zur Verfügung gestellt, andererseits die volle Bauzeit des Objekts womöglich abgekürzt werden. Für diesen Zweck sind die Teilprozesse in Einklang zu bringen, d. h. die durchschnittlichen Durchlaufgeschwindigkeiten müssen in Einklang gebracht werden, die diese im Zyklusdiagramm darstellenden Linien sind also parallel.

In Theorie (und Praxis) der Bauweise in Fließfertigung sind zwischen Ungarn und dem Ausland wichtige Unterschiede festzustellen. In der ausländischen Fachliteratur wird die Organisation einer Fertigungsstraße für die Durchführung einer Bauaufgabe bestimmten Umfangs empfohlen. Unter den Verhältnissen Ungarns wird hingegen die kontinuierliche Versorgung mit Arbeit der ständigen Fertigungsstraßen (Organisationen) als vorrangige Aufgabe betrachtet.

Die Grundbedingung der Organisation in Fließfertigung, die Massenproduktion, muß sich nicht unbedingt auf einer beschränkten Fläche konzentrieren. Zur Organisation der Ausführung von geographisch zerstreuten Bauwerken dient die wandernde Fertigungsstraße. Die Grundsätze ihres Wirkungsmechanismus weichen nicht von denen der Bauweise in Fließfertigung ab. Das Wesen der Sache ist, daß spezialisierte Organisationen nach einer verhältnismäßig kurzen Arbeitsleistung auf einer anderen, verhältnismäßig entfernten Baustelle wieder eingesetzt werden. Eine wichtige Kennziffer ist dabei die räumliche Ausdehnung des Bauvorhabens, welche die durch die gleichzeitig bearbeiteten Objekte eingenommene Fläche bedeutet. Dieser Parameter ist während des Produktionsprozesses veränderlich, während der für die Produktionsorganisation kennzeichnende Tätigkeitsbereich auch für eine längere Zeit als konstant betrachtet werden kann.

Der Radius dieses Bereiches darf nicht größer als die Entfernung sein, die mit den Transportmitteln der betreffenden Produktionsorganisation innerhalb einer oder zwei Stunden zurückgelegt werden kann.

2.22 *Dynamische Folgeprogrammierung*

Diese ist eine weiterentwickelte, komplexe Variante der Bauorganisation in Fließfertigung, deren Grundprinzipien mit den vorigen übereinstimmen,

während ihr Anwendungsbereich und ihre Wirksamkeit größer sind. Das Wesen der Sache ist [46], daß

- der Bauprozeß in Abschnitte unterteilt ist;
- für die Realisierung der Prozeßabschnitte (technologischer Betrieb) spezialisierte Produktionsorganisationen mit vorgegebener Kapazität aufgestellt werden;
- die technologischen Betriebe einen Hauptbetrieb bilden;
- von den einzelnen Betrieben die Bauobjekte der technologischen Reihenfolge entsprechend bearbeitet werden;
- bei der Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge der einzelnen Bauobjekte sowohl die Ansprüche hinsichtlich der Termine als auch die fortlaufende Auslastung der Kapazitäten der spezialisierten Betriebe berücksichtigt werden.

Die wichtigsten Abweichungen von der Bauorganisation in Fließfertigung sind:

- a) Es ist keine gleiche Technologie der Bauobjekte notwendig, nur die technologischen Teilprozesse müssen übereinstimmen.
- b) Die spezialisierten Produktionseinheiten können — gegenüber der Fertigungsstraße — auch mehrfach zur selben Arbeitsstelle zurückkehren, daher läßt sich ihre Bewegung auch in der Ebene darstellen.
- c) Die spezialisierten Produktionseinheiten können sich räumlich trennen, daher kann dieselbe Brigade auch auf mehreren Arbeitsstätten arbeiten.
- d) Während bei der Organisation in Fließfertigung der Kapazitätsbedarf der einzelnen Arbeitsabschnitte annähernd konstant ist (sie wurden ja so eingeteilt), kann bei der dynamischen Folgeprogrammierung der Arbeitsbedarf sowohl in Verhältnis als auch in Umfang verschieden sein.
- e) Folglich kann auch die Dauer der Abschnitte unterschiedlich sein, daher bedarf die festgelegte Kapazität der Produktionseinheiten keiner kontinuierlichen Änderung, sie ist konstant.
- f) Durch die Optimierung der Baufolge werden die Bauzeiten der einzelnen Objekte abgekürzt.

Die Festlegung der optimalen Baufolge ist eine wichtige Aufgabe mit vielen Varianten, daher ist der Einsatz einer Rechenanlage unentbehrlich.

Durch die Einführung des dynamischen Folgeprogrammierverfahrens werden Stabilisierung und Spezialisierung der spezialisierten Produktionsorganisationen gefördert. Die beiden grundlegenden Zielsetzungen der Methode, die Abkürzung der Bauzeiten und die kontinuierliche Auslastung der spezialisierten Organisationen, sind gegensätzlich. Für die Auslastung der Kapazität ist es nämlich vorteilhaft, wenn viele freie Arbeitsfronten in Angriff genommen werden können. Durch diese Tendenz sind selbstverständlich Beginnen und Fortsetzen vieler Bauvorhaben begründet, also werden die Bauzeiten verlängert. Eine Abkürzung der Bauzeit ist nur durch die Einengung der Arbeits-

fläche zu erreichen, durch die jedoch die Kapazitätsauslastung der spezialisierten Produktionseinheiten erschwert, manchmal sogar verhindert wird.

Die Anwendung dieses Verfahrens setzt voraus, daß die ganze Produktionsorganisation — das Unternehmen — zum technologischen System übergeht. Sie erfordert weiterhin das Zustandebringen eines geeigneten industriellen Hintergrundes in Form von komplexen Anlagen des Unternehmens. Die Einführung der dynamischen Folgeprogrammierung ist dann gerechtfertigt, wenn sich die Bauaufgabe auf eine gegebene (mehr oder weniger große) geographische Einheit konzentriert, wo Objekte größtenteils verschiedener Konstruktion und Bauweise, nach verschiedenen technologischen Verfahren in entsprechender Menge gebaut werden sollen.

Im Falle der entscheidenden Mehrheit der kommunalen Wasserversorgungsanlagen beziehen sich die Bauaufgaben auf gebietlich zerstreute Bauwerkgruppen verschiedener Größe. Kommen in dem Plan eines Tiefbau- oder Wasserbauunternehmens solche Aufgaben in hinreichendem Umfang vor, ist die Einführung der arhythmischen oder der wandernden Fertigungsstraße zweckmäßig. Der Bau dieser Objekte läßt sich nicht unbedingt auf Arbeitsabschnitte mit gleichem Arbeitsbedarf unterteilen, die Bauarbeiten müssen jedoch so gruppiert werden, daß die gleichen technologischen Teilprozesse in bestimmter technologischer Reihenfolge aufeinander folgen, ohne sich gegenseitig zu stören.

Bestand und Zusammensetzung der spezialisierten Produktionseinheiten, Brigaden sind konstant. Bei beiden grundlegenden Bauweisen ist unter den technologischen Teilprozessen der Leitprozeß unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Kapazitäten besonders auszuwählen. Die Kapazitäten der übrigen Taktbrigaden werden zweckmäßig so gewählt, daß die Zykluslinien des durchschnittlichen Verlaufes der einzelnen Prozesse annähernd parallel seien. Ein Teil der Arbeiten läßt sich auf Arbeitsabschnitte mit annähernd gleichem Arbeitsbedarf zerlegen; in einem solchen Falle ist die Anwendung der rhythmischen Fertigungsstraße gerechtfertigt. Ein solcher Fall ist z. B. der Bau von mehreren Becken gleicher Größe innerhalb derselben Anlage, in Montagebauweise.

Von den Grenzen der Bauorganisation in Fließfertigung ist als erster zu nennen, daß sie sich für komplexe Planung nicht eignet. Da sich die Fertigungsstraße nur auf eine gegebene Technologie bezieht, kann sie schwer oder gar nicht mit der Arbeit von in keiner oder in einer anderen Fertigungsstraße arbeitenden Organisationen in Einklang gebracht werden. Dabei ist sie zum Abwägen der Prozesse aus der Sicht der Bauzeit nicht geeignet.

Die betreffenden Baubetriebe bauen aber nicht ausschließlich Abwasserreinigungsanlagen, sondern sie haben auch viele anderartige Bauaufgaben, die sich nicht immer in die Fertigungsstraße integrieren lassen. In solchen Fällen wird die dynamische Folgeprogrammierung eingesetzt.

Es gibt auch Abwasserreinigungsanlagen, bei deren Bau die Bedingungen einer kontinuierlichen Produktionsorganisation nicht erfüllt sind. In solchen Fällen ist die Anwendung des traditionellen objektorientierten Systems unentbehrlich.

Ein wesentlicher Teil der ungarischen Tiefbaubetriebe hat einen regionalen Tätigkeitsbereich. Das hat den Vorteil, daß der verhältnismäßig enge Wirkungsbereich als Fertigungsbereich betrachtet, und in diesem der Produktionsprozeß günstig organisiert werden kann. Es hat aber auch den Nachteil, daß der beschränkte Tätigkeitsbereich unter Umständen die technologischen Hauptbetriebe nicht ständig mit Arbeit versorgen kann, und dadurch die Einführung des technologischen Systems vereitelt wird. Für die Unternehmen von Landesmaßstab ergibt sich bei einer gleichen Analyse die umgekehrte Lage.

Einige ungarische Unternehmen haben nur für einige gut mechanisierbare oder eine strenge technologische Disziplin erfordernde technologische Teilprozesse spezialisierte Organisationseinheiten entwickelt. Diese Organisation ist ein Mittelding zwischen den beiden Grundsystemen, dem objektorientierten und dem technologischen System.

2.3 Die Fragen der räumlichen Produktionsorganisation

2.31 Zielsetzungen

Die optimale räumliche Organisation läßt sich weniger an der tadellosen Ausgestaltung der zentralen Anlage oder an der ordnungsgemäßen, genauen Baustelleneinrichtung, als vielmehr an dem ungestörten, glatten Bauprozess, an der Erhöhung des Produktionsvolumens, an der Abkürzung der Bauzeiten und der Minimalisierung der Kosten und Aufwendungen abmessen. Es ist wichtig, dies zu betonen, damit der Planer den Organisations-Flächennutzungsplan nicht als Zweck, sondern als Mittel betrachte, das den Hauptprozeß, die Realisierung des Bauobjektes fördert und bedient.

Die allgemeinen Zielsetzungen für die Baustelleneinrichtung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Komplexität: eine womöglich ausgedehnte Berücksichtigung der Faktoren der räumlichen Organisation;
- Wirksamkeit: optimale Ausnutzung der Elemente der räumlichen Organisation;
- Flexibilität: Anpassung der Baustelleneinrichtung an die qualitative und quantitative Produktionsgestaltung;
- Regelmäßigkeit: Durchsetzung der Maßordnung in der Projektierung, Einheitlichkeit;
- Geschlossenheit: wirtschaftliche innerbetriebliche Förderbahnen für Personen-, Material- und Maschinentransport;
- Systematik: Anpassung an die innere Logik des Produktionsprozesses;

— Komfort, Sicherheit, Zufriedenheit: Befriedigung der arbeitspsychologischen Anforderungen.

2.32 Der »zeitliche« Charakter der räumlichen Organisation

Durch das industrialisierte Bauen — sowohl die monolithische als auch die Montagebauweise — wurde in der statischen Betrachtungsweise der klassischen Baustelleneinrichtung eine Umwälzung herbeigeführt. Durch die allgemeine Systemtheorie wird das System als ein Komplex von miteinander in Wechselwirkung stehenden Elementen definiert. Das System besteht aus Elementen, Teilen, Veränderlichen, kann also auch als deren Kollektiv interpretiert werden. Die Baustelleneinrichtung kann auch als ein System, u. zw. ein offenes System* betrachtet werden. Die Zustandsänderungen der Systemelemente können durch in der Zeit veränderliche dynamische Funktionen beschrieben werden. Die Systemelemente können sich sowohl quantitativ als auch qualitativ ändern.

Nach den obigen Ausführungen ist das Modell des vollen Systems dynamisch, in der Zeit veränderlich.

Unter den Elementen der räumlichen Organisation sind solche, die während des Bauens als ständig betrachtet werden können, obwohl sie sich quantitativ und qualitativ ändern. Solche sind z. B. die Energieversorgung, die technische Versorgung, das Baustraßennetz, soziale und Bürogebäude. Den verschiedenen technologischen Hauptprozessen (Entwässerung, Rohbau usw.) werden die veränderlichen Organisationselemente, wie Maschinen, Arbeiterzahl, Baustellenwerkstätten, Bunker usw. zugeordnet. Die Arbeiterzahl läßt sich deshalb zu den veränderlichen Organisationselementen zählen, weil die modernen Technologien zur Spezialisierung der Mitarbeiter führen, die verschiedenen technologischen Hauptprozesse lebendige Arbeit auf verschiedenen Fachgebieten mit verschiedener Qualifikation erfordern. Diese Gruppierung der Organisationselemente stellt selbstverständlich nur eine Tendenz dar, die durch zahlreiche Faktoren (z. B. Charakter des Bauwerks, Bautechnologie usw.) beeinflußt wird.

Die räumliche Organisation kann nicht von der zeitlichen getrennt untersucht werden. Durch die Modernisierung der Bauindustrie wurden die Bauzeiten erheblich abgekürzt. Das beschleunigte den Ablauf der Teilprozesse innerhalb der kürzeren Bauzeit. Die Baustelleneinrichtung muß dem Fortschritt des Bauvorgangs folgen. Dadurch ändert sich auch das Bild der Baustelle in beschleunigtem Tempo. Die zunehmende Geschwindigkeit des Bauens bringt eine qualitative Änderung der Baustelleneinrichtungselemente mit sich, wie Schnellkupplungswasserleitungen, -kanäle, Behältertransport von Aufmarsch-

* Offen ist ein System, das von seiner Umgebung Inputs, exogene Wirkungen aufnimmt. (Bertalanffy).

gebäuden usw. Die Faktoren der räumlichen Organisation werden in zwei Hauptgruppen unterteilt [22]:

a) *äußere Faktoren*:

— das jeweils gültige Regelungssystem;
 — die Merkmale des Investitionsvorhabens, z. B. Abwasserreinigungssystem, Arten der zu bauenden Anlagen, Charakter, Bauweise, Technologie, Durchlaufzeiten usw.

— Merkmale des industriellen Hintergrundes, wie Mechanisierungsgrad, einzubauende Fertigteile, Halberzeugnisse und Fertigprodukte, Baustoffe, Art und Menge der notwendigen und zur Verfügung stehenden Energie, finanziellen Kraftquellen, Kostenrahmen der Investition;

— Arbeitskräftelage in Volkswirtschaft, Bauindustrie und Tiefbau, Verhältnis der potentialen zu der notwendigen Menge und Qualität der lebendigen Arbeit;

— Umweltelemente, z. B. Gewässerschutz, Umweltschutzgegebenheiten, Bebauung der zu benutzenden Fläche usw.

b) *innere Faktoren*:

— Quantität und Qualität der Kraftquellen der gegebenen Produktionsorganisation (Bestand, Mittel des Unternehmens, Maschinen) und die Baustoffe;

— die Organisationsform, die objektorientiert, technologisch oder gemischt sein kann;

— das Profil des Unternehmens, das im vorliegenden Falle eindeutig ein Betrieb für kommunale Versorgungstechnik und Tiefbau ist;

— geistige Kraftquellen des Unternehmens, Qualifikationsniveau seiner Fachleute,

— sog. subjektive Faktoren. Das Operationsfeld des Gesamtsystems wird durch die Änderung der inneren Faktoren bestimmt, während die äußeren Faktoren meistens limitative Bedingungen darstellen. Bei Tiefbauarbeiten außerhalb von Stadtgebieten stimmt die für Baustelleneinrichtung in Anspruch genommene Fläche nur selten mit dem Operationsfeld überein.

Die Bedeutung des Operationsfeldes läßt sich bei Tiefbauarbeiten in Stadtgebieten gut abwägen. Wegen der Enge der Arbeitsfläche, aus verkehrstechnischen, städtebaulichen und anderen Rücksichten folgt die Baustelle sogleich den technologischen Änderungen, der Umwandlung des Schauplatzes der Bauarbeiten. Damit wirkt eine Änderung der inneren Faktoren der Organisation direkt auf das Operationsfeld, was — unter den vorliegenden Umständen — eine sofortige Anpassung der tatsächlichen Baufläche erfordert.

Wird die Erscheinung des Operationsfeldes bei Arbeiten im Stadtgebiet weiter untersucht, fällt es auf, wie die zeitliche Organisation an Wichtigkeit zunimmt. Es kommt oft vor, daß ein Vorgang, ein technologischer Teilprozeß nur auf Minuten einen Wirkungsbereich bzw. ein Operationsfeld erhält.

2.33 Planung der Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung bedeutet die optimale Anordnung im Raume der für die Bauarbeiten erforderlichen sachlichen Bedingungen, der sog. Organisationselemente, wie Produktionsanlagen, Betriebs- und Sozialgebäude, technische Versorgungsanlagen, Energieversorgung usw. Durch die Anordnung werden beeinflußt:

- die Länge der innerbetrieblichen Transportwege;
- die Größe der Betriebswerkstätten, Produktions- und Lagerungsflächen;
- erforderliche Menge lebendiger Arbeit;
- Stätigkeit des Produktionsprozesses.

Der Anordnungsplan wird im Rahmen eines auf logischer Analyse beruhenden, sämtliche wichtige Faktoren der Bautätigkeit berücksichtigenden Planungsprozesses ausgearbeitet.

Die Planung beginnt nach Erfassung der Organisationselemente mit der Analyse von deren Funktion in ihrem Verhältnis zueinander und zu dem Endprodukt (dem Bauwerk). Wichtig sind die Ermöglichung einer kontinuierlichen Produktenströmung, die Minimalisierung des innerbetrieblichen Transports von Rohstoffen, Halberzeugnissen und Fertigprodukten unter Berücksichtigung der Operationsreihenfolge. Es sollte erreicht werden, daß bei der technischen Projektierung die Generalorganisationspläne wohlfundiert, unter Berücksichtigung der beschriebenen Zusammenhänge zusammengestellt werden und dadurch die detaillierte Organisationsplanung vorbereiten. Es wäre zu wünschen, daß der detaillierte Organisationsplan der bauausführenden Tiefbaubetriebe wirklich als eine Grundlage des Ausführungsprozesses diene. Dafür ist aber erforderlich, daß für die wichtigeren Ausführungsabschnitte verschiedene Zustandspläne zur Verfügung stehen, welche die Organisations-elemente des betreffenden Abschnitts, deren Lage, Verhältnisse und Eigenschaften enthalten.

2.34 Beziehung der Zentralanlage des Unternehmens zu der Baustelleneinrichtung

Die Industrialisierung des Tiefbaues, die qualitative und quantitative Entwicklung seiner Produktion, ferner die Einführung moderner Produktionsorganisationsmethoden erfordern, daß die Bauunternehmen einen inneren industriellen Hintergrund, eine eigene Zentralanlage haben. Die Aufgabe der Zentralanlage des Unternehmens ist, die technologische Lücke zwischen industrieller Produktion und Baustellenarbeit zu überbrücken [43].

Die auf die Zentralanlagen gesetzten Erwartungen wachsen und werden differenzierter, so müssen diese Anlagen den spezifischen Ansprüchen der Produktionsfläche, der Betriebswerkstätten und der modernen Materiallage-

zung im gleichen Maße entsprechen. Eine gut funktionierende Zentralanlage fördert die Mechanisierung, die wirksame Organisation der Produktion, die Erhöhung des Anteils der Montagebauweise, die Abkürzung der Bauzeiten und die Zunahme der Produktivität. Durch die Gründung von Zentralanlagen werden die Materialvorbereitungs- und Halbfabrikate erzeugenden Organisationen von den diese einbauenden Produktionseinheiten getrennt. Infolge dieser Trennung wurde auch die Fachkundigkeit, Fertigkeit der Mitarbeiter abweichend, weiter spezialisiert. Dieser Vorgang erforderte beträchtliche Änderungen in der Organisation. Ein Teil der Organisationselemente und damit ein bedeutender Anteil des Bauprozesses wurden von der Baustelle in die Zentralanlage des Unternehmens verlegt. Die organisatorische Aufgabe, die Materialvorbereitung in der Zentralanlage und den Einbau auf den zerstreuten Baustellen miteinander abzustimmen, nahm sprunghaft zu.

Die Materialvorbereitung, ein Großteil der Betriebswerkstätten, die Vorfertigung von Stahlbetonfertigteilen, die Maschinen und Anlagen für Betonherstellung und die Lagerungsflächen sind in die Zentralanlage des Unternehmens verlegt worden.

Auch die gegenwärtigen Lagerungsverfahren bedürfen einer Umwertung. Die Ansprüche erfahren eine qualitative Umwandlung; während früher fast ausschließlich Rohstoffe gespeichert wurden, muß man sich jetzt auf die Lagerung von Halbfabrikaten und Fertigwaren einrichten. Das erfordert selbstverständlich eine aufwendigere Ausgestaltung der Lagerstätten und Speicher. Zu der Zentralanlage des Unternehmens gehört in weiterem Sinne auch das zentrale Arbeiterheim. Es hält sich ein immer kleinerer Teil der Mitarbeiter außerhalb der Arbeitsstunden auf der Baustelle auf. Sie reisen heim oder werden in zentralen Arbeiterheimen größerer Siedlungen untergebracht.

Die Baustelleneinrichtung ist eine Funktion der Beschaffenheit der Unternehmenszentralanlage, ferner der Produktion von Halbfabrikaten und Fertigwaren für den Markt.

Das Zustandekommen von Zentralanlagen durch die Unternehmen hat folgende Vorteile:

- kontinuierliche Produktion;
- höhere Mechanisierung, bessere Ausnutzung der Maschinen;
- bessere, konzentrierte Reparatur und Instandhaltung der hochwertigen Produktionsanlagen;
- Übung und strengere Arbeitsdisziplin;
- höheres soziales Niveau der ständigen Arbeitsplätze;
- bessere Arbeitsqualität;
- Abschaffung der häufigen Umstellungen;
- mit der Verminderung der Baustellenarbeiten Verkürzung der Bauzeiten;

— Verminderung des spezifischen Materialverbrauches, wirksamerer Materialhaushalt:

— höheres technisches Niveau der Ausführung, Anwendung von modernen Baukonstruktionen, Bauverfahren;

— Einführung der modernen Produktionsorganisation;

— Verminderung der Witterungseinflüsse.

Als Nachteile bzw. ungelöste Probleme verbleiben, daß

— infolge der verhältnismäßigen Neuheit dieses Vorgehens, die Mehrheit der Unternehmen nicht über hinreichend zuverlässige Normativen für die Planung, Inbetriebhaltung und Überwachung verfügen;

— eine gleichmäßige und stätige Beschäftigung nur durch sorgfältige und vorsorgliche Planung gewährleistet werden kann, wenig Möglichkeit zu Pufferarbeiten besteht;

— eine nachteilige psychische Wirkung durch den Umstand veranlaßt wird, daß — im Gegensatz zu dem klassischen Bauen —

die Mitarbeiter die Entstehung des Endproduktes nicht sehen;

die Arbeitsgänge sich zeitlich und räumlich trennen und nur durch Transport und Montage wieder vereint werden.

Ein Kardinalpunkt des Problemenkreises der Unternehmenszentralanlagen ist die Standortwahl. Die Operationsforschung gibt für viele Fälle der Standortwahl eine eindeutige Lösung, durch die die optimale Lage der Zentralanlage im Verhältnis zu den Baustellen gewährleistet ist. Das Optimumkriterium dieser Lösungen ist die Minimalisierung der Transportkosten für Rohstoffe oder Halbfabrikate oder beide. Praktisch wird jedoch die Standortwahl für die Zentralanlage des Unternehmens noch durch eine Anzahl weiterer Faktoren, die ähnlich schwer ins Gewicht fallen, beeinflußt, wie z. B.:

— Arbeitskräftelage;

— Energieversorgung;

— Schienen- und Straßen-, eventuell Wassertransport;

— städtebauliche, Grundstückregelungsrücksichten;

— Umweltschutz usw.

Es ist zu sehen, daß die Optimierung mehreren Zwecken entsprechend durchgeführt werden muß, von denen das Transportkostenminimum nur einer ist. Es darf jedoch angenommen werden, daß von unter Berücksichtigung der obigen Ausführungen ausgearbeiteten gleichwertigen Lösungen die optimale aufgrund der Transportverhältnisse gewählt wird.

Zusammenfassung

Die kontinuierlichen Produktionsorganisationsverfahren umfassen — im Gegensatz zur objektorientierten Organisation — ein breites Spektrum der Materialvorbereitung, Herstellung von Halbfertigprodukten und Fertigwaren sowie der Einbauprozesse.

Die wachsenden Organisationsaufgaben rechtfertigen eine Ausdehnung der Informationsbasis.

Die Evidenzhaltung und Aktualisierung der Datenbasis, die große Anzahl der bei der Planung geklärten Teilprozesse und die Integrierung von Optimierungsverfahren in die Organisation machen die wirksame rechnergestützte Planung unentbehrlich.

Für den Bau von Stahlbetonobjekten für Abwasserreinigungsanlagen können beide grundlegenden Bauweisen — die monolithische und die Montagebauweise — bei hinreichenden Baumassen in ein technologisches System organisiert werden.

Kontinuierliche Produktionsorganisationsverfahren sind:

- die rhythmische Fertigungsstraße.
 - die arhythmische Fertigungsstraße.
 - die dynamische Reihenfolgeprogrammierung.
- von deren Einführung sich eine Abkürzung der Bauzeiten und eine bessere Ausnutzung der Produktionsmittel erwarten lassen.

Das System der räumlichen Organisation ist in der Zeit veränderlich, daher kann es durch ein dynamisches Modell angenähert werden. Die Baustelleneinrichtung ist von dem Vorhandensein und der Beschaffenheit einer Zentralanlage für das Unternehmen abhängig.

Literatur

1. ANTAL, I.: Entwicklung der Organisation von Produktion und Leitung bei den Baubetrieben.* Manuskript, 1977.
2. BACHER, K.—BANK, L.—LÁNCZOS, P.—NEUWIRTH, G.—SARLÓS, M.: Im Wasserbau anwendbares Normen-Normativensystem.* Studie, 1975.
3. BACHER, K.: Überblick und einige Fragen der Anwendung der Netzwerktechnik.* Studie, 1976.
4. BÁRSONY, J.—FERENCZ, A.: Planungssystem der Baubetriebe.* ÉTK 1976.
5. Entwicklung der Mechanisierung in der Betontechnologie.* ÉTI 1974.
6. CSÁTH, M.: Operationsforschung.* SZÁMOK 1972.
7. Betriebs- und Arbeitsorganisation in der Bauindustrie.* ÉGSZI 1970.
8. FELFÖLDI, L.: Planung von Förderprozessen.* Műszaki Könyvkiadó 1976.
9. FOGARASI, GY.—ADAMIK, M.: Geschweißte Bewehrungskörbe.* Műszaki Könyvkiadó 1976.
10. Erdbau- und Tiefbautechnologien.* ÉTI 1972.
11. GYÖRGY, I.: Handbuch der Wasserbauten.* Műszaki Könyvkiadó 1974.
12. GYULAY, J.: Tunnel- und Großtafelschalungen.* Studie 1977.
13. Organisationsrichtlinien der Bauweise der Wohnungsbaukombinate.* ÉVM, ÉGSZI.
14. HOÓS, J.: Investitionen in der sozialistischen Wirtschaft.* Kossuth Könyvkiadó 1978.
15. JÁNDY, G.: Systemanalyse und Leitung.* Statisztikai Kiadó 1975.
16. JÁNDY, G.: Einführung in die Operationsforschung I—II.* Universitätslehrstoffheft 1976.
17. JÁNDY, G.: Die Operationsforschung in Planung und Lenkung der Kapazitäten.* Műszaki Könyvkiadó 1971.
18. KAUFMANN, A.: Methoden und Modelle der Operationsforschung.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1968.
19. Entwicklung der Bautechnologie der Objekte der kommunalen Wasserversorgung.* MÉLYÉPTEK 1977.
20. Der moderne monolithische Stahlbetonbau.* ÁÉV 31, 1976. Manuskript
21. KÖSZEGFALVI, GY.: Siedlungsentwicklung und Infrastruktur.* Műszaki Könyvkiadó 1976.
22. KÜRRI, I.: Systemanalyse der räumlichen Organisation.* Studie 1976.
23. LADÓ, L.: Aktuelle Fragen der Organisation.* Kossuth Könyvkiadó 1973.
24. LÁNCZOS, P.—HAJTÓ, Ö.—BARTÓ, S.—STENZL, F.: Einige aktuelle Fragen der Tiefbautechnologien.* Vízépítőipari Kiadványok 1978.
25. LÁNCZOS, P.: Mechanisierung der Erdarbeiten.* Provisorisches Lehrstoffheft 1977.
26. LÁSZLÓ, F.: Organisation und Leitung.* VIMTI Budapest 1967.
27. LÁZÁR, GY.: Fragen der Arbeits- und Betriebsorganisation.* Kossuth Könyvkiadó Budapest 1974.
28. MAKÓ, L.: Typenlösungen für die Arbeitsorganisation bei Betonier-Maschinenreihen für Beton- und Stahlbetonkonstruktionen.* ÉGSZI 1975.
29. MAYNARD, H. B.: Handbuch für Ingenieur-Ökonomen.* Műszaki Könyvkiadó 1977.

* In ungarischer Sprache.

30. Methodologische Anleitung zur Ausarbeitung von Unternehmenskosten- und Kraftquellennormen für die Unternehmen des Straßenbaurusts.* (Bacher, K.—Bank, L.—Neuwirth, G.—Vajda, Z.) 1975.
31. MONORI, J.—Soós, L.: Mechanisierung der Betonarbeiten.* Manuskript. Provisorisches Lehrstoffheft 1977.
32. NAGY, B. A.: Komplexe Ausführungsorganisation der Tiefbauarbeiten in Wohnsiedlungen.* 1974. Kandidat-Bericht.
33. NEUWIRTH, G.: Unternehmensnormen und -normativen in der Bauindustrie.* Studie 1976.
34. PAPP, O.: Praktische Anwendung der Netzwerkprogrammierungssysteme.* Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó 1969.
35. SÁRLÓS, M.: Bodenbewegungen in einer tiefen Baugrube.* Vízügyi Közlemények 1971.
36. SÁRLÓS, M.—BABUSA, P.: Bau von Pumpenwerken in der Region Szigetköz.* Vízügyi Közlemények 1973.
37. SÁRLÓS, M.: Bericht über eine Studienreise.* Manuskript. 1974.
38. SÁRLÓS, M.—TÖRÖK, T.: Weiterentwicklung der Mechanisierungsentwicklung bei den Baubetrieben unter der Aufsicht des Ministeriums für Verkehrs- und Postwesen.* Mélyépítéstudományi Szemle 1978.
39. Soós, L.: Baumaschinen I—III.* Universitätslehrstoffheft 1978.
40. STAROSOLSZKY, Ö.: Wasserbau* I—II. Műszaki Könyvkiadó 1973.
41. STARR, M. K.: Systemorientierte Produktionsleitung, Produktionsorganisation.* Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó 1976.
42. SEBESTYÉN, GY.: Bauwirtschaftslehre* I—II. Universitätslehrstoffheft 1975.
43. SZABÓ, I.: Zentrale und komplexe Unternehmensanlagen.* Doktorarbeit 1978.
44. TAVASZI, F.: Produktionsleitung* I—II—III. Provisorisches Lehrstoffheft 1978.
45. Information über die technologische Betriebsorganisationsmethode auf der Grundlage einer dynamischen Reihenfolgeprogrammierung.* ÉVM—ÉGSZI Manuskript
46. Vereinheitlichung der Abwasserreinigung in Siedlungen.* VIZITERV 1977.
47. TÓTH, I. Z.: Organisations- und Leitungstheorie.* SZÁMOK 1976.
48. UJHELYI, J.: Beton- und Mörteltechnologie.* Műszaki Könyvkiadó 1973.
49. VAJDA, Z.—NEUWIRTH, G.: Bauorganisation.* Universitätslehrstoffheft.
50. Entwicklung der Bautechnologie von Objekten des kommunalen Wasserbaues.* MÉLYÉP-TERV 1977.
51. ZEITLER, V.: Leitung — Organisation.* Studie 1976.
52. NEZVAL, J.: Theorie der Bauweise in Fließfertigung. 1958. Verlag für Technik.

MIKLÓS SÁRLÓS, H-1521, Budapest

* In ungarischer Sprache.