

3.2 Einfluß von Planung und Ausschreibung auf Kostenreduzierung im Fernwärmeleitungsbau

Von Gerhard Eisenhauer, Leimen *

Die Bestrebungen, die Kosten des Fernwärmeleitungsbaus im Interesse der Wettbewerbsfähigkeit der Fernwärme weiter zu senken, müssen alle projektbezogenen Bereiche, also auch die Planung, Ausschreibung und Gewährleistung, einbeziehen.

3.2.1 Stellenwert der Planung

Ziel der Planung muß es sein,

- niedrige Investitionskosten bei hohem Qualitätsstandard zu erreichen.

Die wichtigsten Planungsgrundsätze sind:

- die Lebensdauer der Fernwärmeleitungen muß mindestens der erwarteten Nutzungsdauer entsprechen, also in der Regel 35-50 Jahre,
- der Planer muß frei von Einflüssen aus Ausführungsinteressen sein.

Fernwärmeleitungsbau ist ein Spezialgebiet, das umfassende Sachkenntnisse des planenden Ingenieurs erfordert, um das wirtschaftliche Optimum zu erreichen. Insbesondere beim Kunststoffmantelrohr-Verfahren ist in hohem Maße die Umsetzung von Spezialwissen in baureife Planunterlagen gefordert. Fachbezogene, qualifizierte Planung stellt rechtzeitig die Weichen in Richtung kostengünstigen Fernwärmeleitungsbau.

3.2.3 Vorgehensweise bei der Planung

Am Markt sind zwei Vorgehensweisen zur Abwicklung von Fernwärmeplanungen anzutreffen:

- vereinfachte Planung und Auslegung,
- detaillierte Planung und Auslegung.

Die **vereinfachte** Planung und Auslegung begrenzt den Planungsaufwand auf das Nötigste. Sie geht nur auf die unumgänglichen Auslegungsmerkmale der Baumaßnahme ein. Die Auslegung erfolgt in pauschaler Weise mittels vereinfachender Methoden und Tabellen. Die Möglichkeiten kostenreduzierender Maßnahmen durch Berücksichtigung aller trassen- und systemrelevanter Eigenschaften stehen bei dieser Vorgehensweise nicht im Vordergrund.

* Dipl.-Ing. Gerhard Eisenhauer, Geschäftsführer der GEF Ingenieuresellschaft für Energietechnik und Fernwärme mbH, Leimen

Wird zudem die Planung von Fernwärmeleitungen durch Lieferanten bzw. Hersteller der Leitung vorgenommen, so stellt die hiermit verbundene Interessenskollision das Erreichen des Planungsziels in Frage.

Ausführende Firmen oder Rohrhersteller haben naturgemäß kein unmittelbares Interesse, einen hohen Planungsaufwand zur Minimierung der eigenen Lieferungen und Leistungen zu tätigen. Des weiteren umfaßt die Qualitätssicht dieser Unternehmen zunächst einmal den Gewährleistungszeitraum von 2 bis 5 Jahren. Die angestrebte Lebensdauer von 50 Jahren und mehr wird nicht das gleiche Gewicht wie beim Auftraggeber haben.

Die **detaillierte**, von qualifizierten Fachleuten durchgeführte Planung vermeidet die Nachteile der vereinfachten Planung und führt zu günstigen Investitionskosten durch optimale Auslegung.

Eine solche detaillierte Planung bedingt gegenüber der vereinfachten Planung für den Planer zwangsläufig einen höheren Aufwand. Es ist daher angebracht, den Planer durch klare, über den Text der HOAI hinausgehende Leistungsvorgaben und durch Leistungsabnahmen zu binden. Darüber hinaus kann das Ergebnis der abgelieferten Arbeit Bewertungsmaßstab für weitere Beauftragungen sein.

Da zum Zeitpunkt der Vergabe eines Ausführungsauftrages Baukosteneinsparungen, bewirkt durch optimale Planung, dem Bauherrn verborgen bleiben, erliegt eine „einkaufsorientierte“ Auftragsvergabe oft der Versuchung, vermeintliche Kostenreduzierungen durch vereinfachte Planungen und der damit verbundenen „Einsparung“ des Planungshonorars zu erreichen. Die hierdurch in aller Regel verursachte Kostenerhöhung der Baumaßnahme oder deren Qualitätsrisiken bleiben, zumindest vorerst, unerkannt.

Planungsleistungen, gleichgültig von wem sie erbracht werden, verursachen Kosten, zumindest die Personalkosten der an der Planung Beteiligten. Planungen, die von ausführenden Unternehmen oder System-Herstellern übernommen werden, sind daher - im Gegensatz zu der bei manchen Herstellern vorherrschenden Auffassung - nicht kostenlos. Die durch solche Planungsleistungen verursachten Kosten belasten, sofern sie nicht direkt weiterberechnet werden, die Gemeinkosten des jeweiligen Unternehmens und werden in der Regel durch die Einbringung in den Preis des von dem Unternehmer zu erbringenden Ausführungslistungsumfanges ausgeglichen, was wiederum zur Belastung des Gesamtpreises beiträgt. Durch Vermeidung einer solchen Vorgehensweise kann ein weiterer Ansatz für Kostenreduzierungen geschaffen werden.

Über Jahre hinweg hat die AGFW durch intensives Wirken ihrer Arbeitsgremien zur Qualitätsverbesserung und Kostenreduzierung im Fernwärmeleitungsbau beigetragen. Mit der Erstellung von Richtlinien und durch Mitgliederinformationen wurden die Mitglieder an der Entwicklung beteiligt.

Zwischenzeitlich wurden die Methoden der statischen Auslegung von Fernwärmeleitungen immer mehr verfeinert. Die erheblich gestiegene Leistungsfähigkeit moderner PC ermöglicht den Einsatz von PC-Programmen mit hoher Berechnungsleistung. Material und Sicherheiten werden immer mehr ausgereizt. Daraus ergibt sich **zwangsläufig**,

daß einzelnen Faktoren der Auslegung erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken ist und nicht Unsicherheiten durch nachlässigen Umgang mit der Technik und Abwicklung eingebracht werden dürfen.

3.2.3 Planungshonorar

Für die planenden Ingenieure sind Anreize zu schaffen, um im Sinne von Kostenreduzierungen im Fernwärmeleitungsbau zu wirken. Dazu gehört die Abkehr von Ingenieurverträgen, deren Honorare sich an den Herstellsummen orientieren.

Die Anwendung der „Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und der Ingenieure“ (HOAI) ist für erd- und freiverlegte Fernwärmeleitungen nicht vorgeschrieben. Es ist daher nicht zwingend, die HOAI anzuwenden. Sie kann jedoch als eine Methode zur Honorarfindung herangezogen werden. Das vereinbarte Honorar sollte dann aber fest vereinbart werden und nicht von Herstellsummen abhängig sein.

Prinzipiell ist anzustreben, das Planungshonorar nicht an den Herstellkosten, sondern nach dem zu erwartenden Aufwand zu bemessen. Dabei bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- a) Vereinbarungen eines Gesamtpauschalpreises,
- b) Pauschalpreise je Meter geplante Doppelleitung in Abhängigkeit der Nennweite,
- c) Vereinbarungen eines Grundhonorars und Beteiligung des Planers an von ihm beeinflussten Einsparungen von Herstellkosten durch prozentualen Anteil.

Die letzte ist sicher die reizvollste Methode der Honorierung, aber sie ist in vielen Fällen nicht einfach durchführbar, da es jeweils gilt, die Ausgangssituation zu definieren.

Ein weiterer praktizierter Weg ist die Abrechnung von Ingenieurleistungen auf Erfolgsbasis, wie z.B. aus den sich aus einem Optimierungskonzept ergebenden Einsparungen an Pumpstromkosten im ersten Jahre nach der Umsetzung des Optimierungskonzeptes.

3.2.4 Planungsleistungen

Im Sinne der beabsichtigten Kostenreduzierungen im Fernwärmeleitungsbau muß der planende Ingenieur über das notwendige Know how und die Arbeitsmittel verfügen, um die Planungen umfassend und ohne Zuhilfenahme durch System-Hersteller oder ausführende Unernehmen durchführen zu können.

Fernwärmeplanungen müssen zu folgenden Ergebnissen führen:

- klare Vorgaben für die Leistungsbeschreibungen und Massenzuordnungen in den Leistungsverzeichnissen (siehe auch VOB Teil A § 9), um eine zielgerichtete, ohne Sicherheitszuschläge beaufschlagte Preisfindung zu erreichen und Nachträge zu vermeiden,

- umfassende und detaillierte Planunterlagen (Trassen-, Höhen und sonstige Detailpläne) mit allen erforderlichen Maß-, Last - und sonstigen Ausführungsangaben sowie eindeutigen Anweisungen zur Bauausführung.

Solche Planvorhaben versetzen die ausführende Firma in die Lage, eine rationelle Arbeitsabwicklung zu gewährleisten.

Um Umfang, Qualität und Zielsetzung der gewünschten Planungsergebnisse auf eine vergleichbare Ebene zu bringen und nicht der Interpretation des Planers zu überlassen, sollte bereits zur Anfrage von Fernwärmeplanungen der Leistungsumfang und -inhalt klar vorgegeben werden. Die Leistungsbeschreibung der HOAI ist dazu nicht ausreichend.

Die AGFW wird in Kürze im Rahmen einer Mitgliederinformation einen Ingenieur-Mustervertrag für die Planung von Fernwärmeleitungen versenden, der außer Leistungsbeschreibungen und Leistungsabgrenzungen auch Hinweise auf Haftung und Gewährleistung enthält.

Eine empfehlenswerte Vorgehensweise, um für eine beabsichtigte Fernwärmebaumaßnahme - beginnend mit der Wirtschaftlichkeitsberechnung bis zur Abrechnung der Baumaßnahme - eine durchgängige Kostenstruktur zu erhalten, sieht unter Nutzung geeigneter EDV-Programme so aus:

1. Definieren des Trassenverlaufes von A nach B aufgrund von Bestandsplänen und Trassenbegehungen
2. Kostenermittlung für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Anwendung eines Kalkulationsprogrammes
 - Eingabe: Nennweite/Trassenlänge/Deckung/Straßenoberfläche etc.
 - Ergebnis: Mengengerüst!
Daraus werden aus den aus abgewickelten Projekten vorliegenden Einheitspreisen (siehe nachstehender Punkt 5) die Kosten als Vorgabe für die Wirtschaftlichkeitsberechnung und den Bauentscheid ermittelt.
Die auf diese Weise bestimmten Kosten dienen als Zielvorstellung für die Vergabe und Abrechnung.
3. Entscheidung zur Durchführung des Projektes
4. Detaillierte Ausführungsplanung
5. Anwendung eines Programmes zur Erstellung von Ausschreibungsunterlagen
 - Eingabe: detaillierte Massen aufgrund detaillierter Planung
 - Bearbeitung beim Bieter mit Diskette
 - Auswertung der Angebote und Vergabe
 - Kosten- und Baufortschrittsüberwachung auf der Basis dieses Programmes
 - Kostenfeststellung
 - Kostenstatistik.

Am Beispiel eines ca. 450 m langen Kunststoffmantelrohrabschnittes DN 200 wird gezeigt, welche unterschiedlichen Auslegungs- bzw. Verlegemethoden nach dem heutigen Stand der Technik angewandt werden können und welche unterschiedlichen Kosten daraus entstehen.

Der untersuchte Abschnitt ist Teil einer für die Stadtwerke Hannover geplanten Fernwärmeleitung, die sich derzeit im Bau befindet.

Die Kalkulation wurde auf der Basis der Preise des günstigsten Bieters durchgeführt.

In *Tafel 1* sind die fünf Auslegungsvarianten, die der Untersuchung zugrunde gelegt wurden, aufgeführt.

Die Auswirkungen der einzelnen Auslegungsvarianten auf Technik und Kosten sind in den *Bildern 1 - 2* erfaßt. In der *Tabelle 1* sind die ermittelten Herstellkosten gegenübergestellt.

Es zeigt sich, daß die Wahl der konventionellen Verlegung sowohl in der Nährungs- als auch in der zeitgerechten Lösung zu den höchsten Kosten führt. In beiden Fällen ist die deutliche Kostenreduzierung durch Anwendung der Vorwärmung bemerkenswert. Diese führt zum Entfall bzw. zur Reduzierung von Dehnschenkeln und Dehnpolstern.

Vorliegende Ergebnisse und Aussagen gelten nur dann, wenn bei jeder Lösungsart eine optimale, d.h. ausgereizte Auslegung, wie in den untersuchten Beispielen praktiziert, angewandt wird. Bei vereinfachter Planung und Auslegung, wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, wird der Kostenunterschied zur zeitgerechten Auslegung (Variante 2 b oder 2 c) noch deutlicher.

Als kostengünstigste Lösung stellt sich die Kaltverlegung dar.

In der relativ geringen Kostendifferenz zur „Vorwärmung“ sind Aspekte, die die Kaltverlegung noch zusätzlich interessant erscheinen lassen, wegen der Schwierigkeiten der umfassenden Bewertung nicht erfaßt. Gemeint sind die Vorteile, die sich aus der Tatsache ergeben, daß der Graben nach der Rohrverlegung ohne Vorwärmung sofort verfüllt werden kann. Diese Vorteile sind vielfältiger Art, von der Möglichkeit für den Unternehmer Verbau, Brücken und Verkehrsanlagen zu sparen bis zu dem positiven Eindruck auf Anwohner und Verkehrsfluß.

Es soll nicht verschwiegen werden, daß bei der Auslegungsmethode „Kaltverlegung“ auch Probleme auftreten können, zu deren Bewältigung bereits im Planungsstadium die entsprechenden Maßnahmen ergriffen werden müssen, die in einigen Fällen aber auch zum Verzicht auf die Anwendung dieser Auslegungsmethode führen werden.

3.2.5 Ausschreibung

Voraussetzung für das Erreichen von niedrigsten Kosten für ein Fernwärmeprojekt ist die Kombination eines optimalen Planungsergebnisses mit einer vom Anbieter am zu erwartenden Aufwand orientierten, ohne zusätzliche Sicherheiten behafteten Preisbildung.

Das Bestreben eines Auftraggebers bzw. dessen Planers muß es sein, ein Projekt so offen zu legen, daß der Anbieter keine Risiken einrechnen muß. Das bedeutet in Übereinstimmung mit den Forderungen der VOB für die Ausschreibungsunterlagen

- klare Planungs- und Leistungsvorgaben,
- klare Haftungs- und Gewährleistungsabgrenzungen.

Die Preisbildung selbst unterliegt bekanntlich der jeweiligen marktwirtschaftlichen Situation.

Hier ist die Erfahrung des Auftraggebers und das Fingerspitzengefühl für die Nutzung der Marktlage gefordert. Es wird empfohlen, jeweils einen möglichst weitgefächerten Wettbewerb nach den marktwirtschaftlichen Regularien, unter Einbindung des Regelwerkes der VOB, zu führen.

Hilfreich zur Bewertung von Preisen kann hierbei die in Kapitel 3.2.4 empfohlene Nutzung eines Ausschreibungsprogrammes sein, das vergleichbare Leistungen und Preise als Statistik führt.

Da im Fernwärmeleitungsbau jegliche Einzelmaßnahmen, also auch der Tiefbau, integrierende Bestandteile des Bauwerkes Rohrleitung sind, sollte möglichst weder in der Planung noch in der Ausführung in getrennte Leistungs- und Verantwortungsbereiche aufgeteilt werden.

Die gemeinsame Vergabe von Tiefbau- und Rohrbauleistungen kann beim erdverlegten Fernwärmeleitungsbau im Sinne von Qualitätsanspruch und Kostenminimierung dienlich sein. Die Entscheidung für die jeweils vorteilhafteste Vorgehensweise sollte nicht frühzeitig eingeengt werden.

3.2.6 Haftung und Gewährleistung

Mit der Haftung und Gewährleistung verhält es sich in bezug auf die Kosten einer Anlage ähnlich wie bei der Durchführung von Planungen. Je klarer die Abgrenzungen, um so weniger besteht die Gefahr, daß mehrere Beteiligte Sicherheiten einrechnen.

Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofes leistet der Planer eines Bauwerkes einen Beitrag zum fertigen Werk und wird daher auch als Unternehmer eines Bauwerkes im Sinne der Gewährleistungsbestimmungen angesehen.

Der Ingenieur gewährleistet eine sorgfältige und fach- und termingerechte Lösung der Aufgabe nach dem Stand der Technik und den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien unter Verwendung von Planungs- und Berechnungsmethoden, die bei Beachtung des erforderlichen Genauigkeitsgrades zu geringstmöglichen Herstellkosten führen. Sofern vom Auftraggeber gefordert, hat der Ingenieur eine Kostenschätzung aufzustellen.

Der Ingenieur haftet für den von ihm schuldhaft verursachten Schaden ebenso wie für die durch sein Verschulden erfolgte Überschreitung des Kostenrahmens.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

1. Mängel in der Planung, die **allein vom Planer** verursacht sind, sind **nur vom Planer** dem Auftraggeber gegenüber zu vertreten.
2. Mängel, die **allein von der ausführenden Firma** verursacht sind, sind **nur von dieser** dem Auftraggeber gegenüber zu vertreten.
3. In den Fällen, in denen Mängel vom Planer und von der ausführenden Firma zu vertreten sind, haften beide dem Auftraggeber gegenüber gesamtschuldnerisch.
 - 3.1 Wird der Planer allein vom Auftraggeber in Anspruch genommen, so hat **er im Innenverhältnis einen Rückgriffsanspruch in Höhe des ihm zustehenden Anteils**.
 - 3.2 Wird die ausführende Firma allein in Anspruch genommen, so hat auch sie einen **Rückgriffsanspruch** in Höhe des ihr zustehenden Teils.

In der Regel werden zwischen Auftraggeber und Ingenieur vertragliche Vereinbarungen getroffen, die es dem Ingenieur erlauben, etwaige Ersatzansprüche zu versichern. Die Deckungssummen betragen je nach Versicherungsabschluß z.B.

- 2.000 TDM für Personenschäden,
- 1.000 TDM für Sach- und Vermögensschäden.

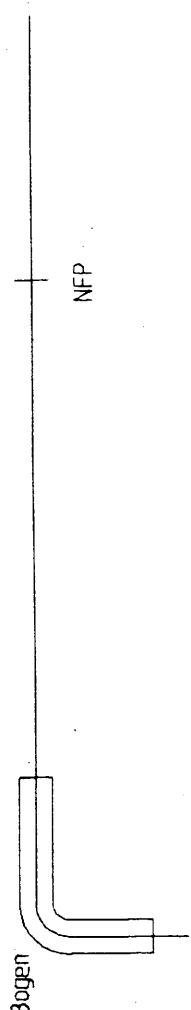
Von der Gewährleistung ausgenommen sind Ersatzansprüche aus mittelbaren Schäden wie Produktionsausfall jeder Art, z.B. durch Stillstand, Minderleistung, unzureichende Rentabilität etc.

3.2.7 Resumee

Ohne auf die unterschiedlichen Anforderungen und Eigenheiten bei der Durchführung von Fernwärmebaumaßnahmen in einzelnen Städten eingehen zu müssen, läßt sich feststellen, daß die Voraussetzung zur Erreichung eines günstigen Preises für eine Baumaßnahme die hierfür durchgeführte optimale Planung mit daraus resultierender Massenermittlung ist. Die anschließende Preisbildung der Anbieter kann, wie auch immer der Einfluß der jeweiligen marktwirtschaftlichen Bedingungen ist, für den Auftraggeber niemals absolut kostengünstig sein, wenn die Planungsergebnisse nicht das Optimum darstellen, das ein Kostenminimum ermöglicht. Deshalb sollten Planungsleistungen beim Fachmann konzentriert, unter klarer Abgrenzung der Zuständigkeiten und Haftungen, ohne Einfluß von Liefer- und Ausführungsinteresse, erbracht werden.

VARIANTE	Grundkosten DM	L-System DM	U-Bogen 2x DM	Z-System DM	Elektr. vorheizen DM	DP vorspannen DM	sonstige Kosten DM	Herstellkosten DM	Prozent %
1a. Näherungslösung (AGFW-Moppel): Hohlraummodell konventionelle Verlegung	763.300.-	4.700.-	42.500.-	15.000.-	-----	14.000.-	10.500.-	850.000.-	109%
1b. Näherungslösung (AGFW-Moppel): Hohlraummodell Vorwärmung	763.300.-	2.700.-	-----	6.400.-	25.000.-	-----	3.600.-	801.000.-	103%
2a. Zeitgerechte Lösung: mit Bettungsreaktion konventionelle Verlegung	763.300.-	2.700.-	33.800.-	5.200.-	-----	14.000.-	8.000.-	827.000.-	106%
2b. Zeitgerechte Lösung: mit Bettungsreaktion Vorwärmung	763.300.-	1800.-	-----	3.100.-	25.000.-	-----	1.800.-	795.000.-	102%
2c. Zeitgerechte Lösung: mit Bettungsreaktion Kaltverlegung	763.300.-	3.000.-	-----	6.500.-	-----	6.000.-	1.200.-	780.000.-	100%

Tab. 1 Herstellkosten Fernwärmematrassen KMR DN200/315. Gesamtlänge ca. 450 m

	<p>Axialspannungen im geraden Rohr resultieren aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - konventioneller Verlegung - vorgewärmter Verlegung - konventioneller Verlegung - vorgewärmter Verlegung - Kaltverlegung
<p>Berechnung des Bogens:</p> <p>1) Näherungslösungen (AGFW-Mappe)</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Hohlraummodell b. Hohlraummodell <p>2) wirklichkeitsnahe, zeitgerechte Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> a. mit Bettungsreaktion b. mit Bettungsreaktion c. mit Bettungsreaktion 	

Tafel 1: KMR - Auslegungsvarianten

Tafel 1 KMR-Auslegungsvarianten

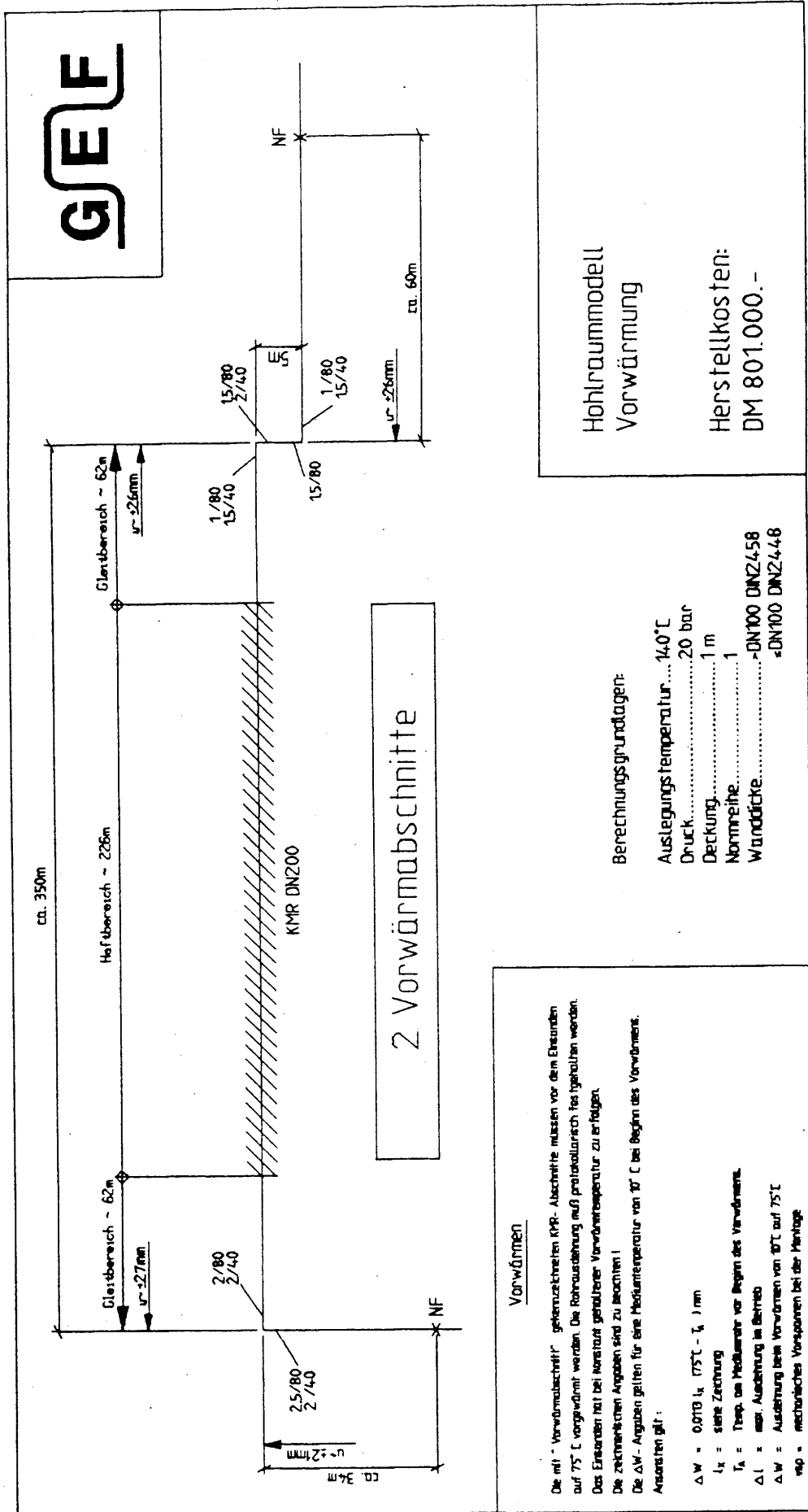
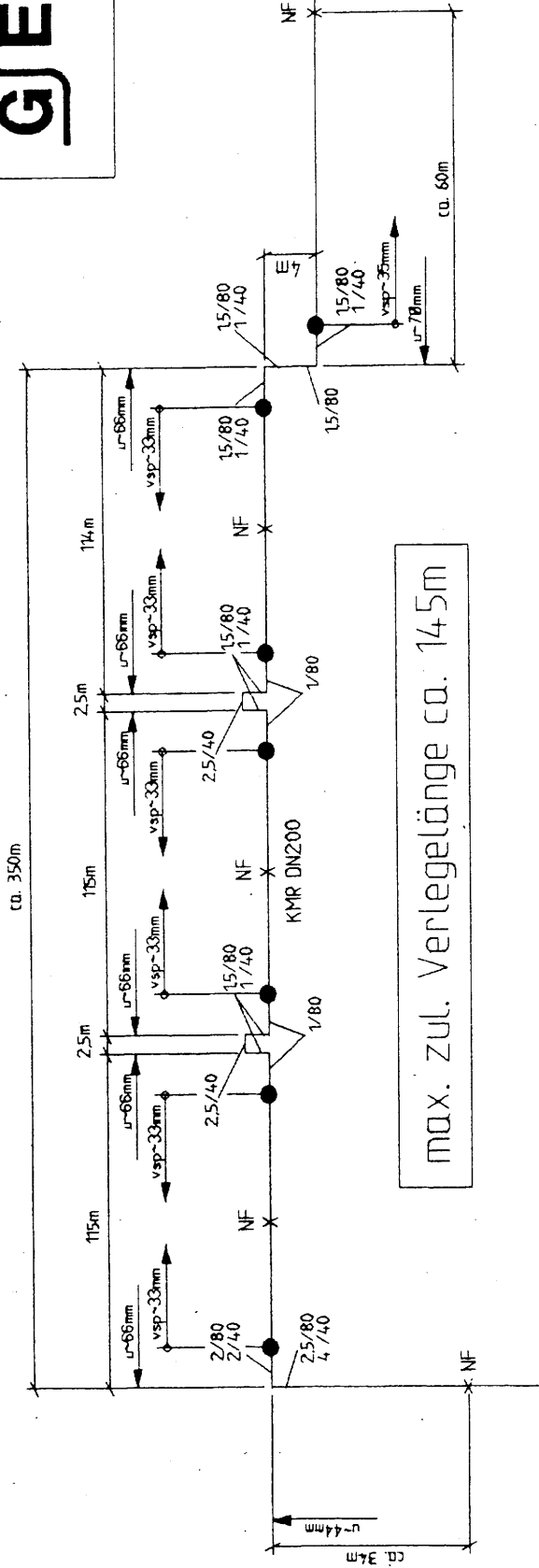


Bild 1b Näherungslösung (AGFW-Mappe)



max. zul. Verlegelänge ca. 145m

ACHTUNG!
Mechanisches Vorspannen der Dehnschenkel und Dehnpolster
 An den mit einem ● Punkt gekennzeichneten Stellen ist um das Maß (vgl mit 50 kN mechanisch vorzuspannen. Hierbei muß im gesamten Dehnpolsterbereich ca. 0,4m über dem DP verfüllt sein.
 Hinter der Vorspannstelle sind Sandsäthel zur Aufnahme der Zugkraft zu setzen.

Berechnungsgrundlagen:

- Auslegungstemperatur.....14,0°C
- Druck.....20 bar
- Deckung.....1 m
- Normreihe.....1
- Wanddicke.....>DN100 DNZ458
 =DN100 DNZ448

mit Bettungsreaktion
 konventionelle Verlegung

Herstellkosten:
 DM 827.000,-

Bild 2a Zeitgerechte Lösung

