

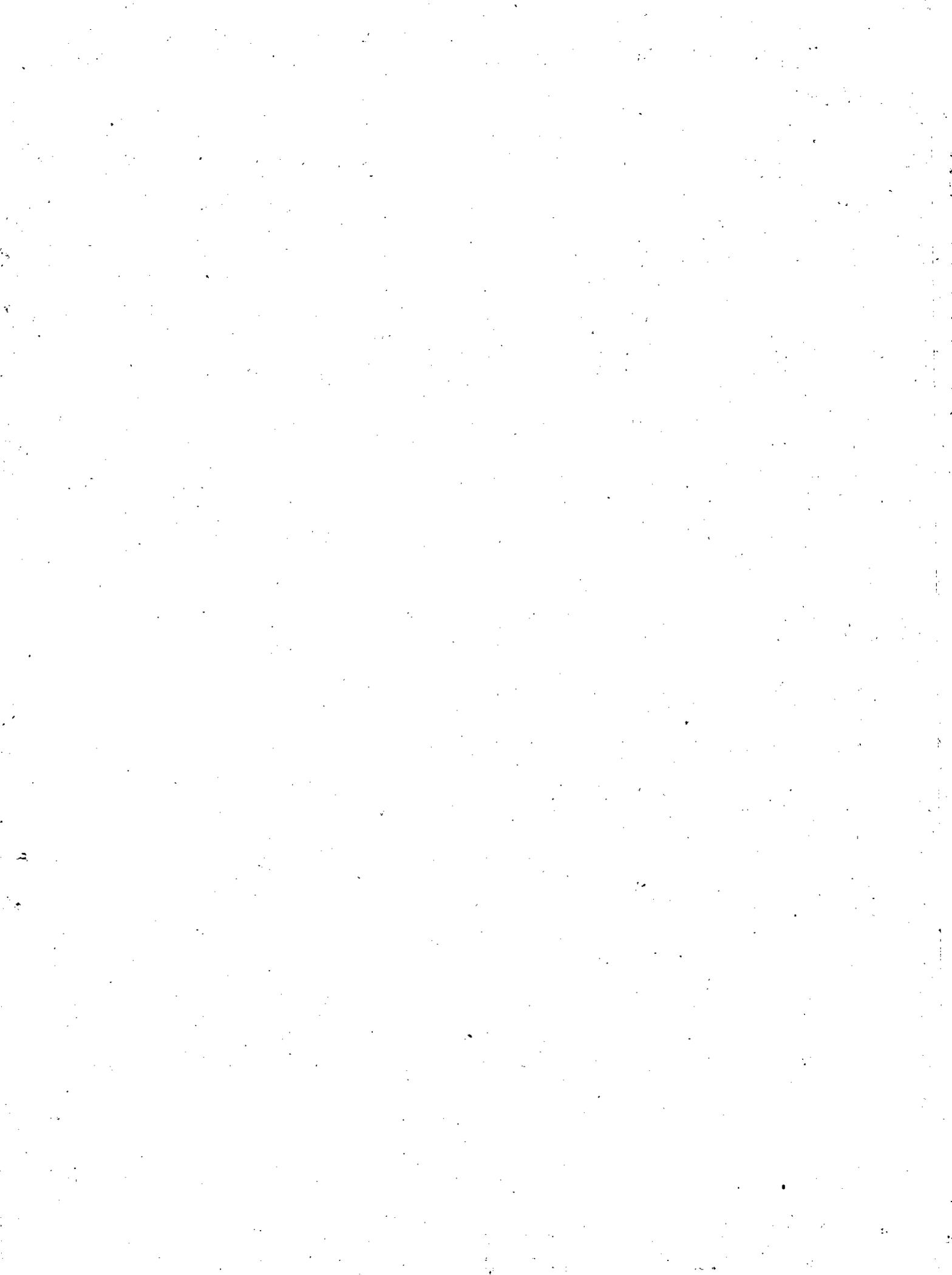
Interner Bericht
DESY B2-76/01
Februar 1976

DESY-Bibliothek
19. MRZ. 1976

GASMISCHANLAGE

von

Godehardt Kessler



GASMISCHANLAGE
(Vorhaben Nr. 3/1263)

von
Godehardt Keßler

In den vergangenen Jahren wurden in zunehmendem Maße von den Experimentatoren bei DESY Gasgemische der verschiedensten Art angefordert. So ergab sich die Frage, soll man Gasgemische extern kaufen oder soll man sie bei DESY selber mischen.

Drei Argumente haben zu der Entscheidung geführt, hier im Hause Gasgemische möglichst selber herzustellen.

1. Gasgemische sind auf dem Markt teuer.
2. Die Lieferzeiten sind in den meisten Fällen sehr lang.
3. Bezüglich der Zusammensetzung gekaufter Gasgemische ist man unsicher.

Ohne eigene Analyseneinrichtungen ist man auf die Angaben des Herstellers angewiesen. Die Überprüfung dieser Angaben ist im Allgemeinen in einfacher Weise nicht möglich.

Aus diesem Grunde wurde im Jahre 1974 von - B 2 - eine Gasmischanlage für den Eigengebrauch gebaut.

Um Gasgemische herzustellen, kann man prinzipiell 3 verschiedene Wege beschreiten.

1. Man kann Gase wiegen und entsprechende Mengen in die üblichen Hochdruckflaschen einfüllen. Dazu benötigt man eine Waage mit extrem hoher Genauigkeit ($\pm 10^{-4}$ N) bei 600 - 700 kN Gesamtgewicht. Solche Waagen sind in

England und Amerika auf dem Markt, kosten mehr als 35.000,-- DM und benötigen einen klimatisierten und zugfreien Raum. Dabei ist es schwierig, das Gemisch während des Füllens zu überprüfen und am gewünschten Punkt die Befüllung zu unterbrechen, da die Hochdruckanschlüsse an die Flaschen nie ganz kräftefrei

gebaut werden können. Es käme dadurch eine merkliche Ungenauigkeit in die Messung.

Abbildung 1) zeigt den prinzipiellen Aufbau einer solchen Anlage.

2. Man kann die reinen Gase, die man mischen will, jeweils über Druckminderer-Stationen und kalibrierte Durchflußmesser in eine Mischkammer leiten. Bei geeigneter Ausführung dieser Apparatur lassen sich damit sehr genaue Gasgemische herstellen. Nachteilig ist aber, daß immer etwas mehr Gemisch hergestellt werden muß, als man benötigt, um den Druck des Gemisches am Verbraucher konstant halten zu können. Ein weiterer Nachteil liegt darin, daß das Gemisch nicht in eine Flasche mit höherem Druck abgefüllt werden kann.

Abbildungen 2) und 3) zeigen das Schema und eine von uns gebaute ND-Mischanlage.

3. Unter Verwendung der Gasgleichung

$$p \cdot V = R \cdot T$$

und unter Berücksichtigung der Abweichung realer Gase von den idealen Gasgesetzen kann man Gasgemische herstellen, wenn man den Druck und die Temperatur der zu mischenden Gase in den Füllbehältern (= Gasflaschen) messen kann. Die Genauigkeit der Gemischherstellung ist bei diesem Verfahren durch drei Größen begrenzt:

a) Die Druckmessung.

Manometer sind mit einer Güteklasse von 0,1 % kommerziell erhältlich; d.h. das Manometer hat einen max. Fehler von 0,1 % des Endausschlages. Bei 250 bar würde der Fehler z.B. max. $\pm 0,25$ bar auf der ganzen Skala betragen. Wenn man Manometer mit verschiedenen Druckbereichen parallel vorsieht, kann man eine Genauigkeit im gesamten Meßbereich von $\cong 0,1$ % erreichen.

b) Die Temperaturmessung.

Sie läßt sich ohne Schwierigkeiten auf ± 1 K durchführen, so daß die Genauigkeit der Temperaturmessung $\sim \pm \frac{1}{300}$ $\cong \pm 0,33$ % beträgt.

c) Die Abweichung der realen Gase vom idealen Gasgesetz ist für die meisten technisch interessanten Gase tabellarisch oder graphisch dargestellt (siehe Landolt-Börnstein u.a. Quellenwerke). Die Ungenauigkeiten dieser Messungen dürften kaum größere Fehler als $\pm 0,5$ % verursachen.

Daraus kann man sehen, daß mit Hilfe dieser Methode bei sorgfältigem Arbeiten Gasgemische mit ± 1 % Genauigkeit herstellbar sind. Damit kann man folglich auch gesteigerten Ansprüchen gerecht werden.

Die Industrie ist im allgemeinen nicht in der Lage mit dieser Genauigkeit Gasgemische zu liefern, da ihre instrumentelle Ausrüstung bei Manometern und Thermometern im Normalfall recht einfach ist und nur der Güteklasse 0,6 entspricht, so daß bei der Industrie Ungenauigkeiten, bezogen auf die geforderten Konzentrationen, bei Gasgemischen von $\pm 5\%$ als Regelfall anzusehen sind.

Von diesen Überlegungen ausgehend wurde unsere Gasmischanlage entworfen (Abbildung 4). Sie besteht im wesentlichen aus 4 voneinander unabhängigen Hochdruckanschlüssen für die zu mischenden Gas-Komponenten. Jeder dieser Anschlüsse kann separat und unabhängig von den anderen evakuiert werden, hat eine eigene 0,1 % genaue Druckanzeige von 0 - 250 ata und eine Thermotron-Vakuum-Meßröhre, die selbstverständlich durch ein Sicherheitsventil gegen Fehlbedienung (hohen Druck) geschützt sein muß. Daran schließt sich eine Hauptleitung an, die durch eine doppelte Druckanzeige eine sehr genaue Druckbestimmung ermöglicht. Es sind einmal Manometer von 0 - 25 ata und 0 - 250 ata parallel vorgesehen, so daß auch im unteren Bereich der Druck mit der entsprechenden Genauigkeit abgelesen werden kann. Im gesamten Meßbereich besser als 1,0 %.

Daran schließt sich über ein Drosselventil die eigentliche Füllstation an, ebenfalls ausgerüstet mit parallelen Manometern, die eine Druckmessung im Gesamtbereich besser als 1,0 % erlauben.

Auch dieser Teil der Anlage läßt sich separat und unabhängig von den übrigen Teilen der Anlage evakuieren.

Alle Manometer der Anlage sind ölfrei, mit Parallaxen-Ausgleich durch Spiegel und mit einer Justierung versehen. Die Temperatur an den befüllten Flaschen wird mit einem Thermophil-Meßgerät bestimmt, dessen Platinfühler durch einen Haftmagneten an jeder beliebigen Stelle der Flasche angebracht werden kann.

Die Vakuum-Pumpe, eine zweistufige $30 \text{ [m}^3/\text{h]}$ Pumpe, ist durch ein Stickstoff-Baffle gegen Verschleppen von Öl in die Anlage gesichert. Dieser Punkt ist außerordentlich wichtig, da in der Anlage ja auch Sauerstoff zugemischt werden muß. Mit Hilfe eines weiteren Feinmeßmanometers vor der Vakuumpumpe können Dotierungen bis in den ppm-Bereich vorgenommen werden.

Dieses Feinmeßmanometer hat einen Bereich von - 1 bis + 1 atü mit ebenfalls 0,1 % absoluter Genauigkeit. Dieses Manometer kann bei Bedarf auf allen Abschnitten parallel zugeschaltet werden, so daß auch beim Zumischen von Spuren sehr hohe Genauigkeiten erzielt werden können ($\pm 1 \%$).
Abbildung 4).

Die ganze Verrohrung des Systems ist in Chrom-Nickel-Stahl ausgeführt. Die Hochdruck-Rohre sind alle 8 x 1, während die Vakuum-Leitungen einheitlich NW 20 haben (Abbildung 5).

Gasgemische werden auf einem Formblatt durchgerechnet, das gleichzeitig die Füllanweisung enthält, so daß Fehlbedienungen systematischer Art nahezu ausgeschlossen sind.
(Abbildung 6)

Selbstverständlich erfordert das Arbeiten an der MIschanlage erhebliche Umsicht und eine gewisse Erfahrung. Der finanzielle Aufwand für die Anlage einschließlich der Arbeitsstunden lag bei 30.000,-- DM. In der Anlage wurden in den ersten 6 Monaten weit über 100 Flaschen Gemisch hergestellt, so daß man sicher sein kann, daß die Anlage eine vertretbare Investition darstellt.

Der Anhang Abbildung 7) - 11) zeigt die Abweichungen vom idealen Gasgesetz für eine Reihe von Gasen.

Die Kurven wurden entsprechend den Unterlagen im Landolt Börnstein, Band Nr. II/erstellt.

1

Landolt Kipfle

Literatur

Landolt Börnst. Bd. II/1

Gasehandbuch - Messer Griesheim Broschüre 90 1001

Gase-Taschenbuch - Gerling, Holz & Co. HH 1974

"Kurven und Zahlentafeln für die Tieftemperatur-Technik"

- Gesellschaft für Linde's Eismaschinen A.G. 1955 -

Abbildung 1) - Prinzipieller Aufbau einer Gasmischanlage -

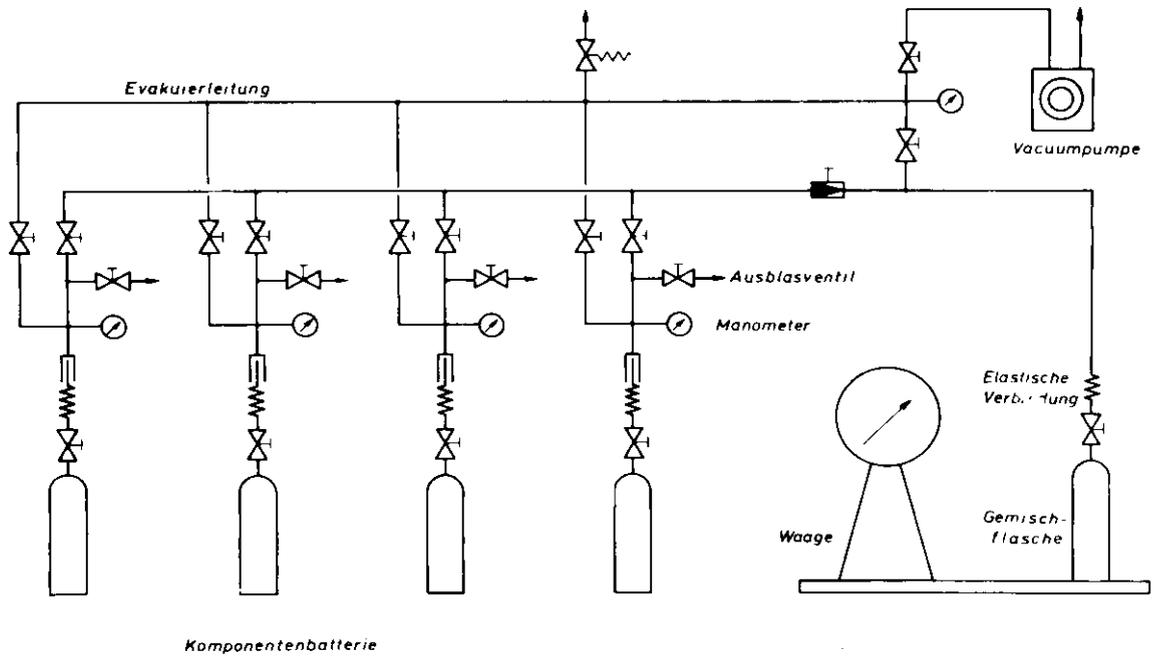


Abbildung 2) - Schema der von uns gebauten ND-Mischanlage -

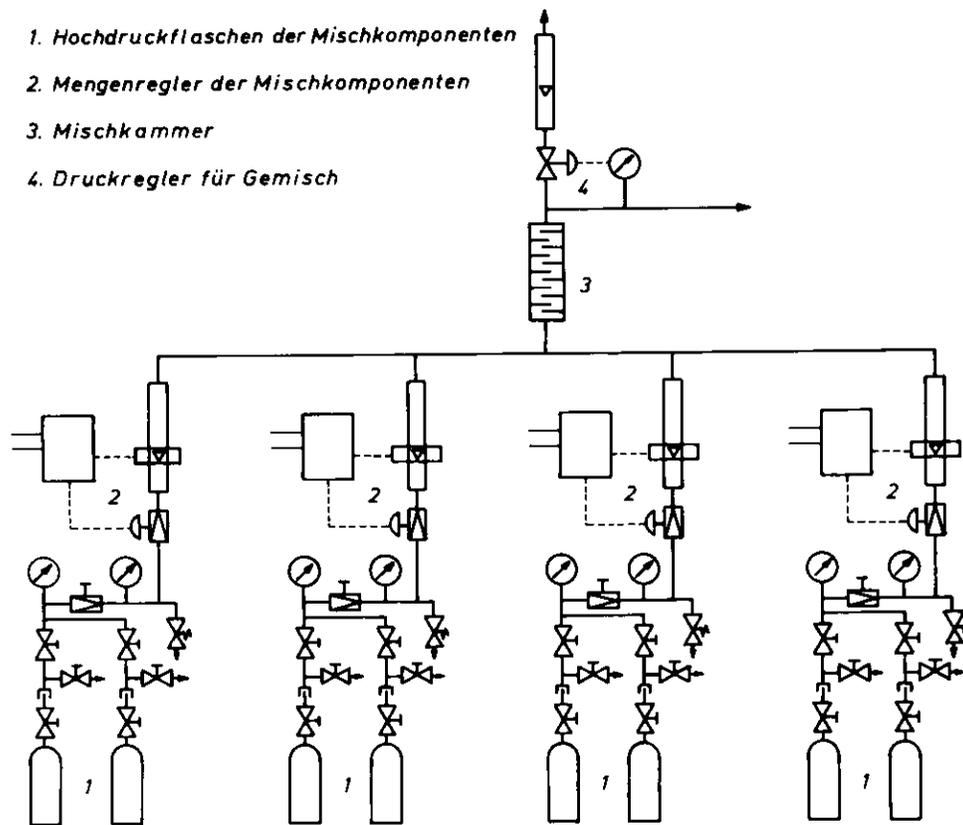
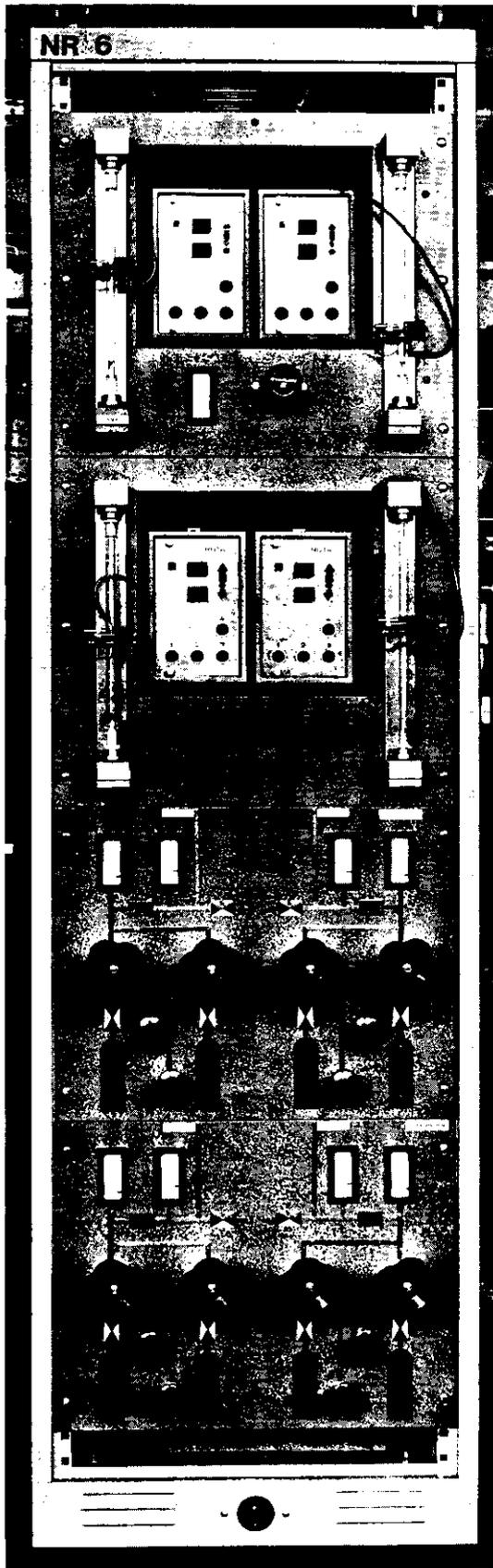
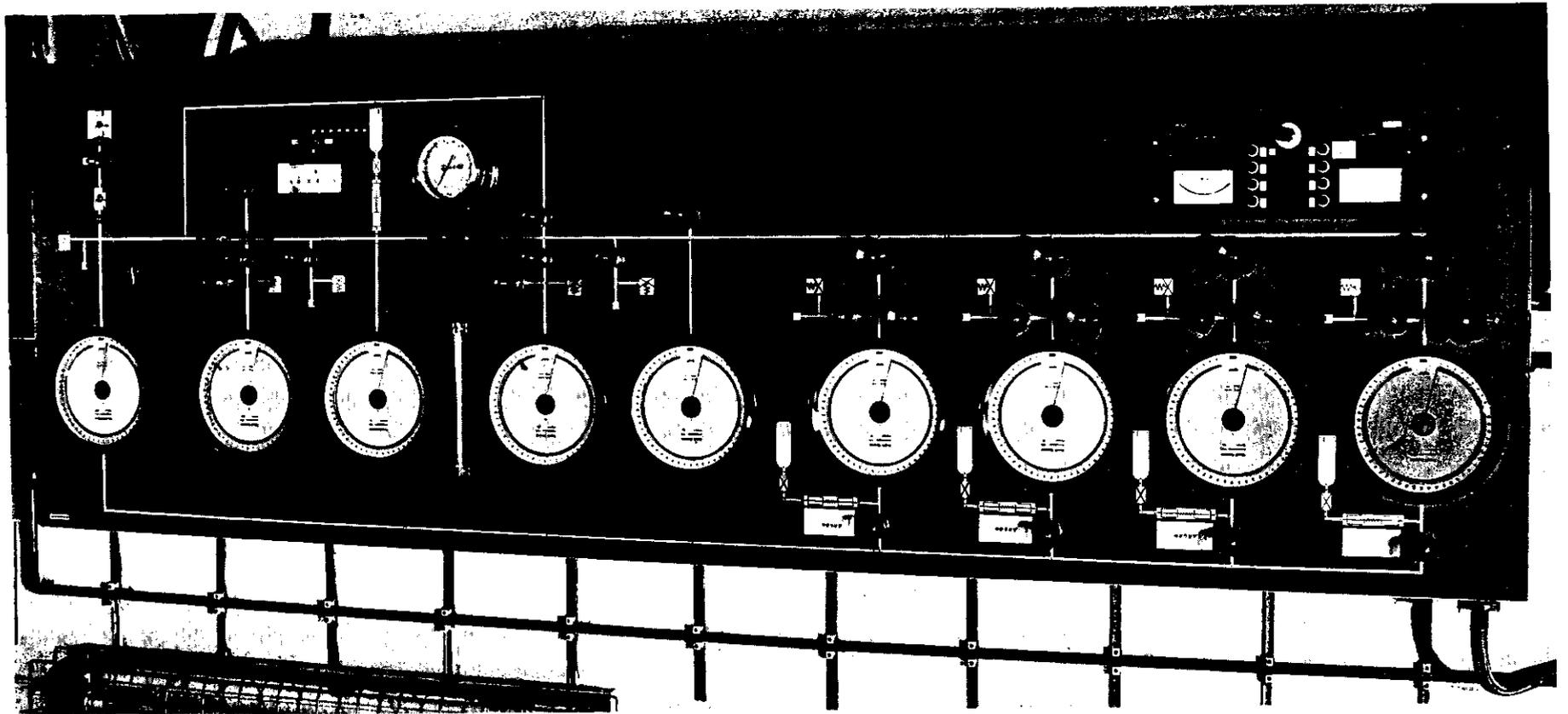


Abbildung 3)

Die von uns gebaute ND-Mischanlage



- Schalttafel der Gasmischanlage - (Abbildung 4)



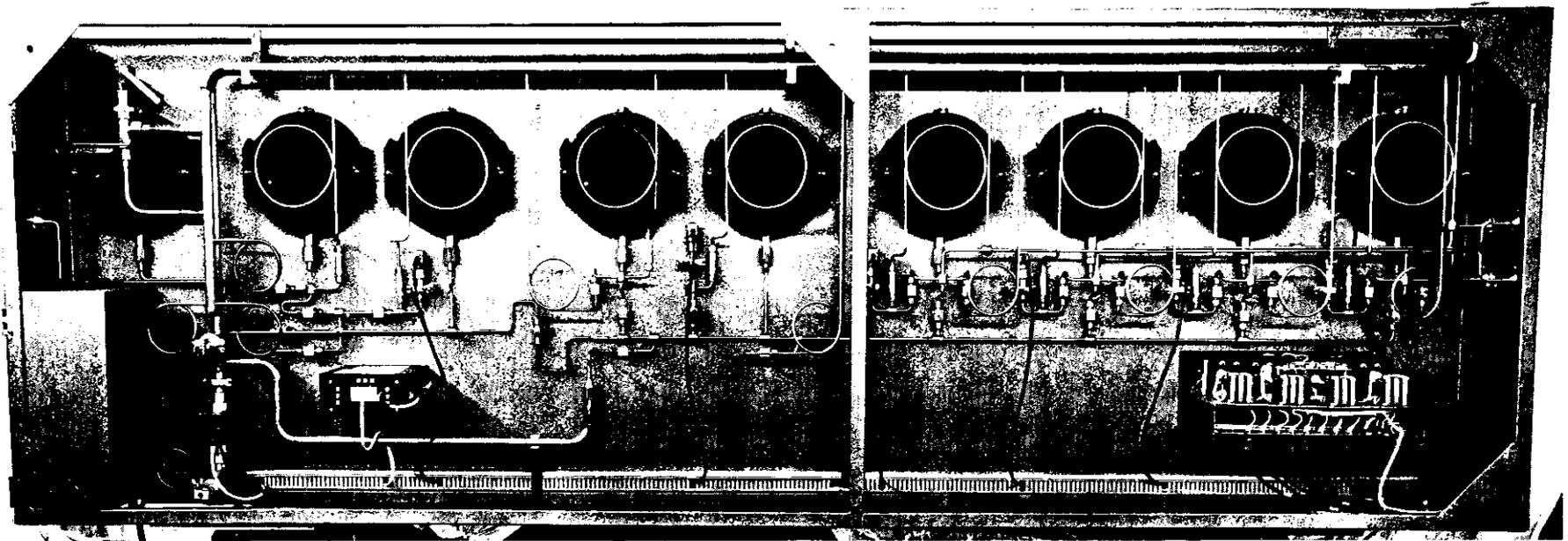


Abbildung 5) - Verrohrung der Gasmischanlage -

Abbildung 6) Berechnungsblatt für Gasgemische -

Berechnungs-No.: Datum:
 G A S G E M I S C H : (confer. Berechn.No.....)
 Für Gruppe:, Name:
 Gemischflaschen-No.: ... DESY, Volumen: $V_F = \dots [l]$, zul. Druck [atü]
 Maximal zulässiger Fülldruck entsprechend W No.: [ata]
 Raumtemperatur: [°C] Barometerdruck $b_0 = \dots [Torr]$

Gemisch aus:	Vol %		Partialdruck		Amagat		Flaschen-Bezeichnung
			geschätzt (ata)	berechnet (ata)	angenommen	korrigiert	
	v						
	w						
	x						
	y						
	z						

1. Annahme	Iterationsrechnungen
$P_V = \dots [ata]$	$[ata]$
$P_w = \frac{w}{v} \cdot P_V \cdot \frac{A_w}{A_V} = \dots \dots = [ata]$	$[ata]$
$P_x = \frac{x}{v} \cdot P_V \cdot \frac{A_x}{A_V} = \dots \dots = [ata]$	$[ata]$
$P_y = \frac{y}{v} \cdot P_V \cdot \frac{A_y}{A_V} = \dots \dots = [ata]$	$[ata]$
$P_z = \frac{z}{v} \cdot P_V \cdot \frac{A_z}{A_V} = \dots \dots = [ata]$	$[ata]$

Füllverfahren
1.)
2.)
3.)
4.)
5.)

Abbildung 7

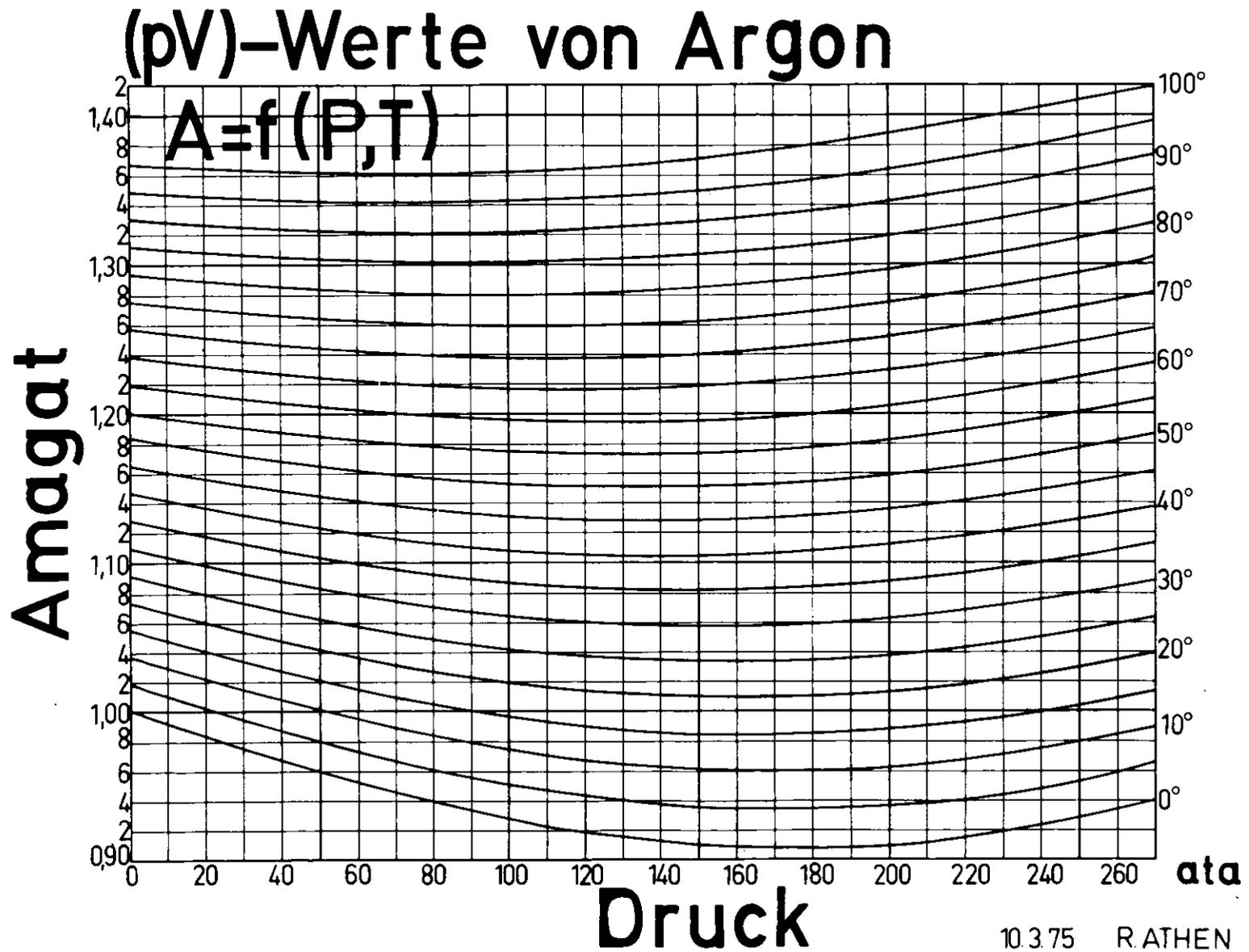


Abbildung 8

(pV)–Werte von Helium

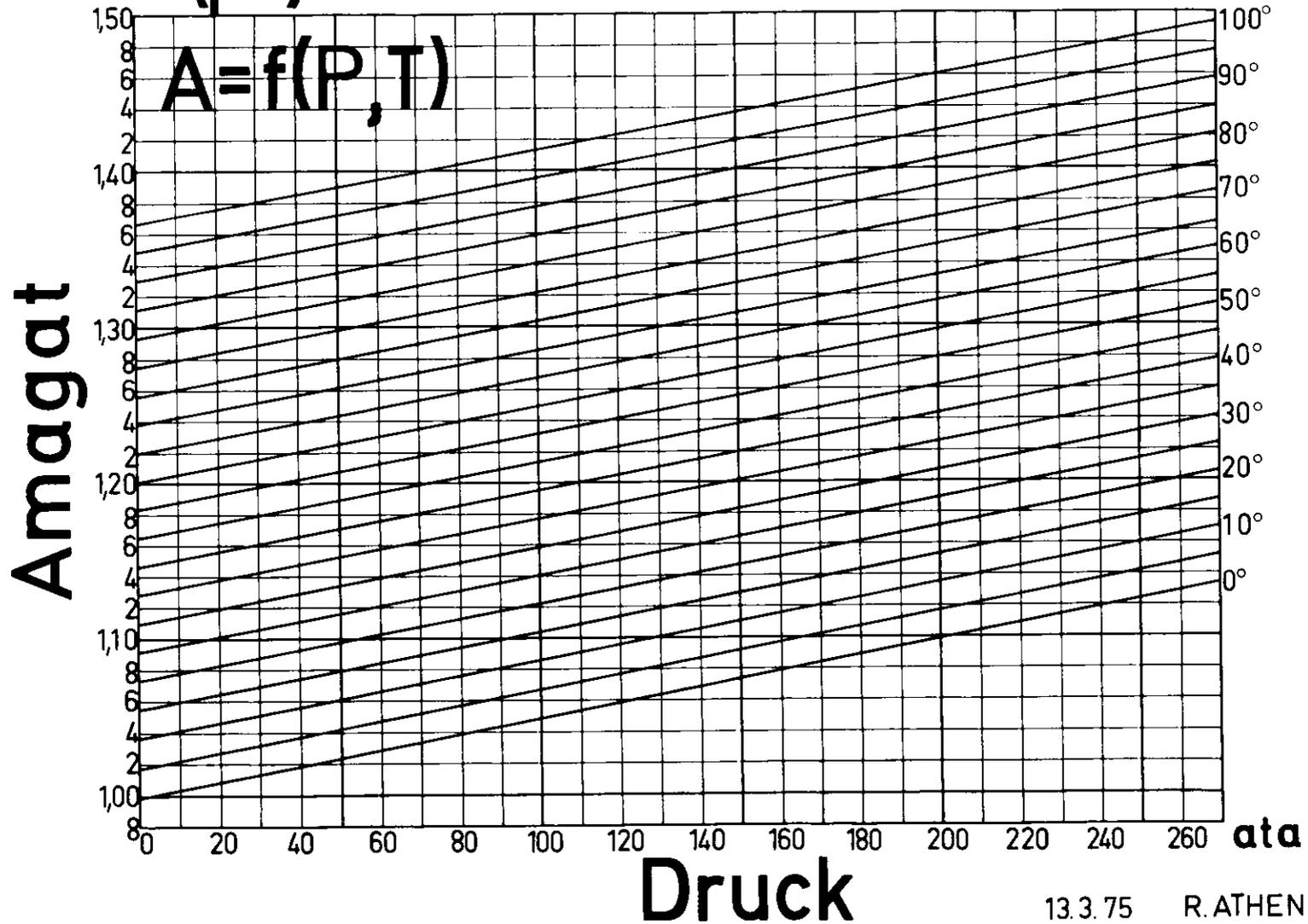
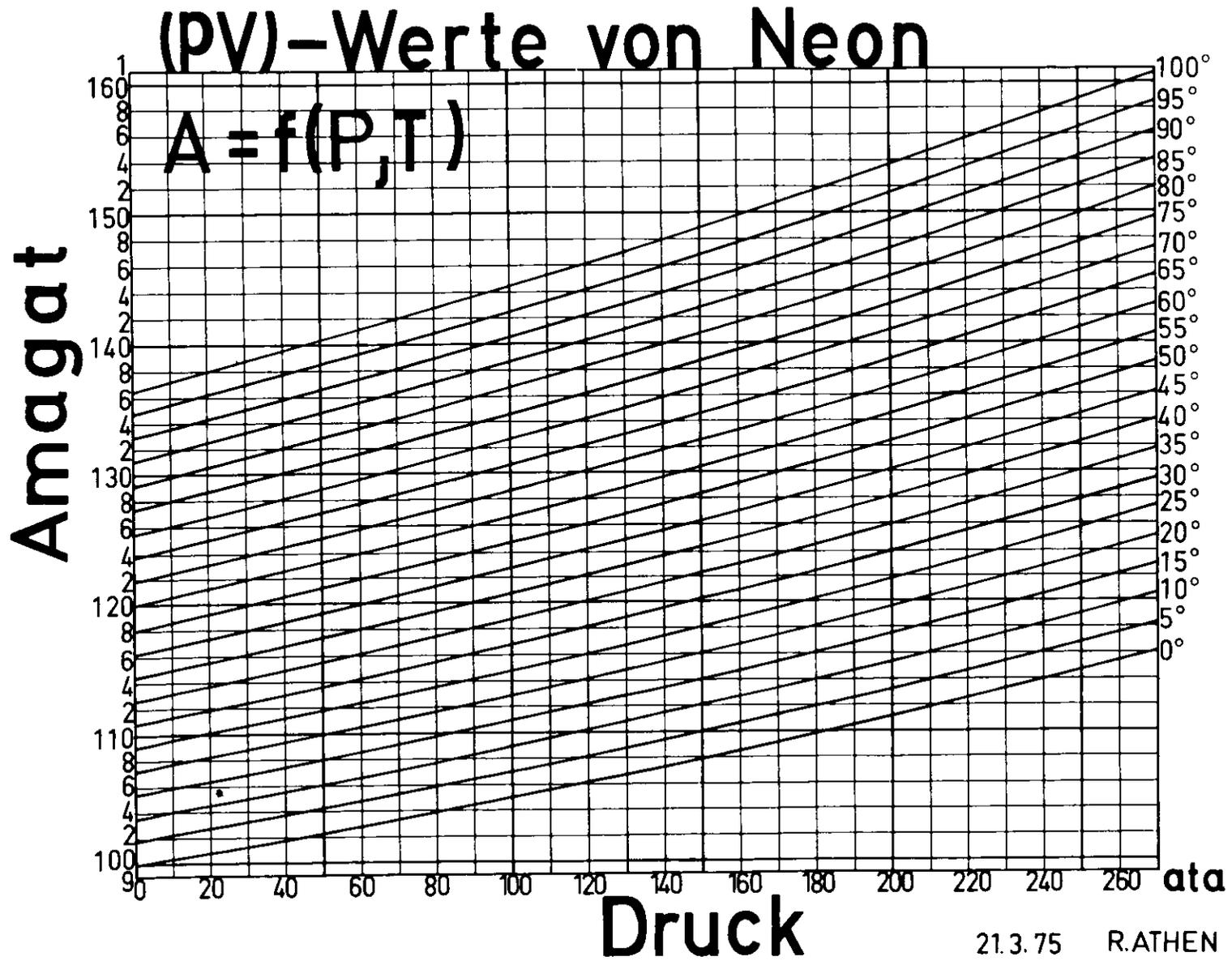


Abbildung 9



ABGRIFF 1000-10

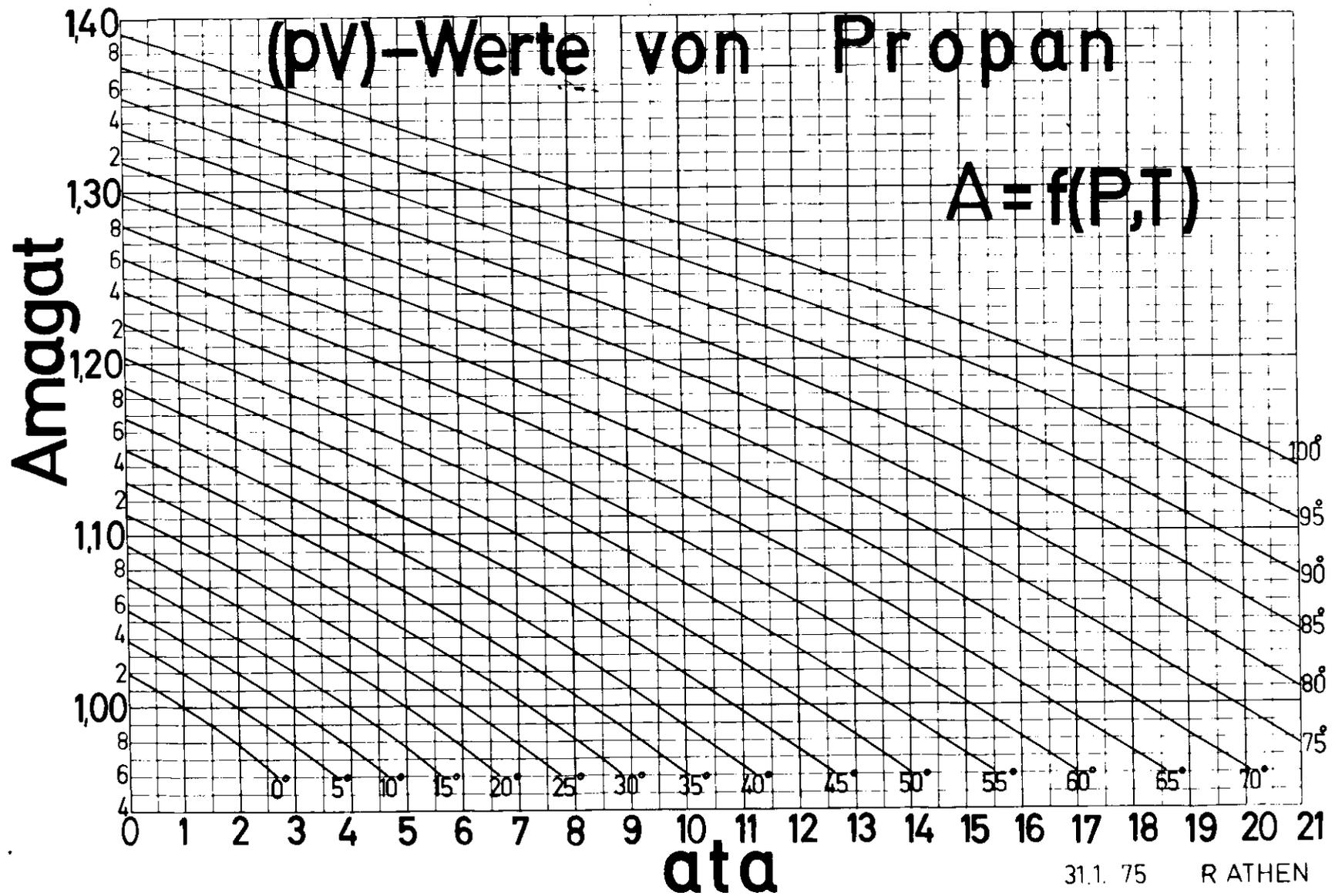


Abbildung 11

