

Physische Eigenschaften von Baumaterialien

	max zulassige Temp. °C	lin. Längs- coeff. $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	gröÙere Wärme- leitfähig- keitswert $\text{kcal}/\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}$	ρ g/cm^3	λ $\text{kcal}/\text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C}$
Konstruktionsstahl	600	12	$10^2 \rightarrow 10^2$	7.9	0.2-0.4
Polytetrafluorethen	270				0.3-0.2
Aluminium legierung	150	24	$10^2 \rightarrow 10^3$	2.7	0.3-0.2
Epoxyharz	145	—	} $1 \rightarrow 10^1$		
Polypropylen	110	—		0.9	
Polyamide, polyacetal	90	100		1.47/1.4	0.6-0.5
Polyethylen	80	210		0.94	0.6-0.5
Polystyrol	65	80		1.05	0.4-0.3
Hard P.V.C.	60	75	} 1.35		
weiche P.V.C.	40	75			
Schaumplastik					0.015 - 0.05

<p>waar voortelyk few kleigrond. bet. } mager. gemiddeld.</p>	<p>2,66 2,68 2,67.</p>
<p>→ voortelyke waarn. droge kleigrond.</p>	<p>0,23.</p>
<p>lineaire uitrekkingcoëff van gebakken klei</p>	<p>100 per °C, gemidd 0,007</p>
<p>klei recht gebakken 100 per °C</p>	<p>0,006</p>
<p>klei hard gebakken 100 per °C</p>	<p>0,008.</p>
<p>1 mm. 1% = $1 \cdot 10^{-3}$ m.</p>	
<p>$7 \cdot 10^{-3}$ % = $7 \cdot 10^{-6}$ m.</p>	

Enige fysieke eigenschappen van kleigrond.

buigsterkte in droge toestand: diepuntoberopping.

$< 1,5 \text{ N/mm}^2$ onvoldoende

1,6 - 3,0 zwak

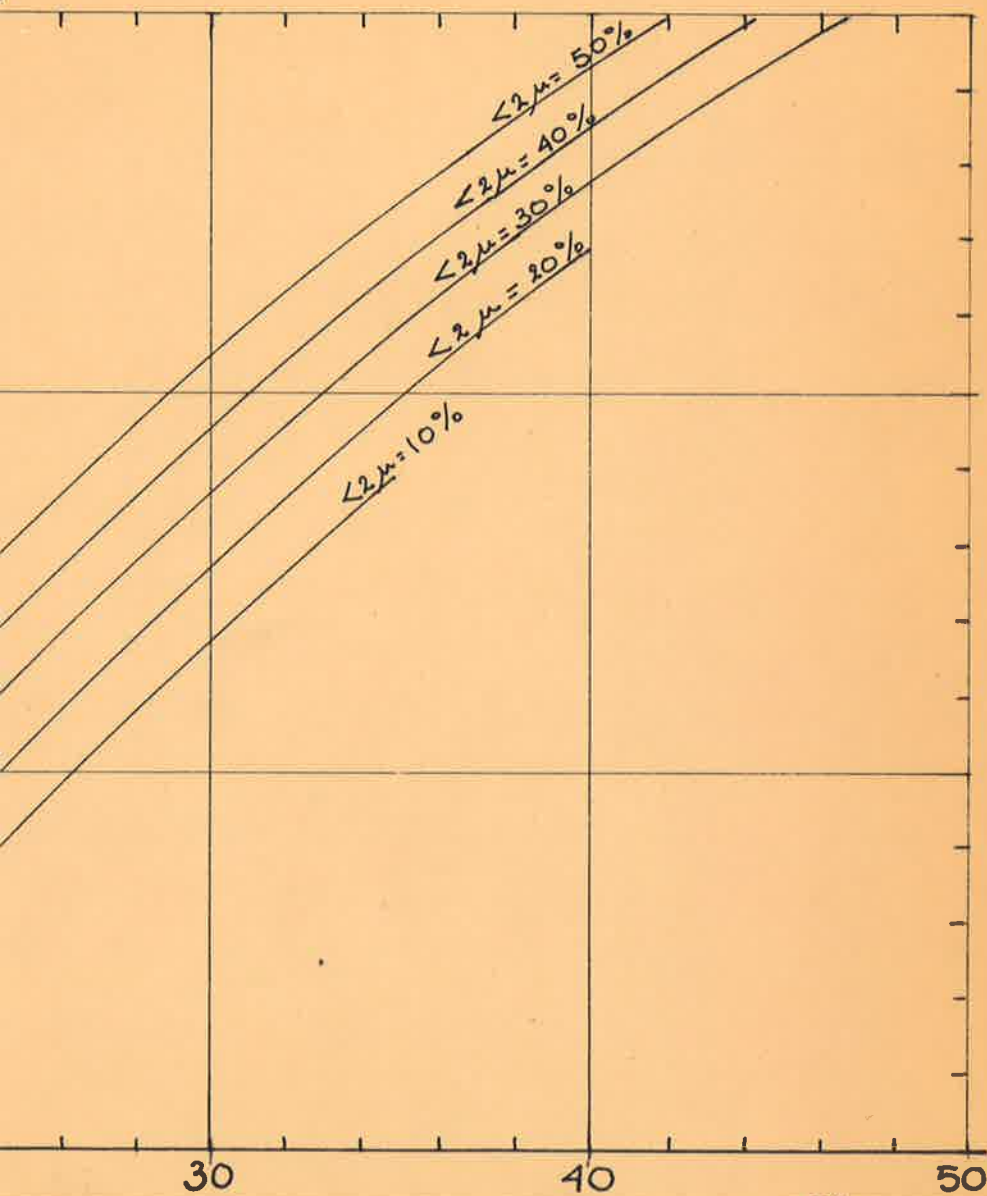
3,1 - 4,5 voldoende

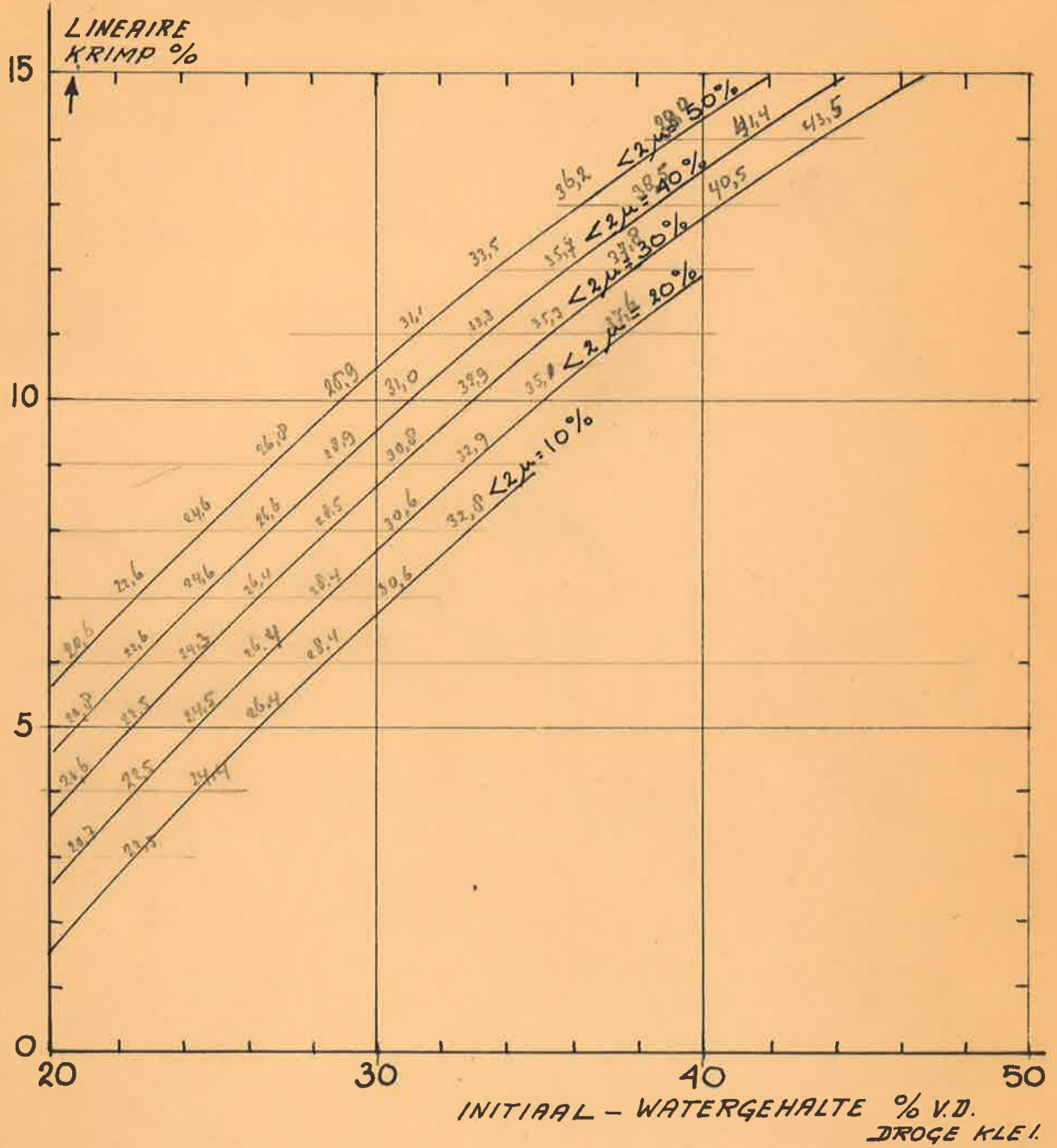
E modulus: $0,05 \cdot 10^5 - 0,2 \cdot 10^5$

$\sim 5000 - 20000 \text{ E-mod N/mm}^2$

Treksterkte: 8-10% van buigsterkte

LINEAIRE DROOGKRIMP VAN NEDERLANDSE
KLEISOORTEN.





ONTLEEND AAN METINGEN IN DE PERIODE 1950-1960

LINEAIRE DROOGKRIMP VAN NEDERLANDSE KLEISOORTEN.

moleculairgewicht 78,11
 smeltpunt bij 1 atm. 5,56°C
 kookpunt bij 1 atm. 80,122°C
 soortelijk gewicht d 25/4 0,8734
 soortelijke warmte bij 20°C 0,41
 brekingsindex n $\frac{20}{D}$ 1,501
 viscositeit bij 20°C 6,47 millipoises
 oppervlaktespanning bij 20°C 28,88 dyne/cm
 verdampingswarmte bij 1 atm. 94 gramcal/gram
 verbrandingswarmte 783,8 kcal/grammolecule
 verzadigde dampspanning bij 43,0°C : 200 mm Hg
 bij 21,8°C : 100 mm Hg
 bij 12,2°C : 50 mm Hg
 bij -12,5°C : 10 mm Hg

oplosbaarheid in water bij 20°C : 0,06 gram per 100 gram H₂O
 bij 22°C : 0,073 gram per 100 gram H₂O

oplosbaarheid in alcohol en aether : volledig

soortelijk gewicht tussen 10° en 30°C

tempera- tuur °C	sg t/4	tempera- tuur °C	sg t/4	tempera- tuur °C	sg t/4
10	0,8894	17	0,8819	24	0,8745
11	0,8883	18	0,8809	25	0,8734
12	0,8873	19	0,8798	26	0,8723
13	0,8862	20	0,8787	27	0,8713
14	0,8851	21	0,8777	28	0,8702
15	0,8841	22	0,8766	29	0,8691
16	0,8830	23	0,8755	30	0,8680

De berekening van bovenstaande gegevens geschiedde met de in de International Critical Tables weergegeven formule:

$$d^t = d_s + 10^{-3}\alpha(t - t_s) + 10^{-6}\beta(t - t_s)^2 + 10^{-9}\gamma(t - t_s)^3$$

$t_s = 0^\circ\text{C}$; $d_s = \text{sg bij } 0^\circ\text{C}$, door extrapolatie verkregen $d_s = 0,90005$
 $\alpha = -1,0636$; $\beta = -0,0376$; $\gamma = -2,213$

Geldigheid van de formule van 10° - 72°C.

Fout in $d^t = \pm 0,0002$

Bronnen: 1) Lijst van tabellen ten dienste van laboratoria (Ned. Chemische Vereniging 1952)

2) International Critical Tables III.29

P=droogplaat R=droogrek	P R	lengte van droog- plaat resp. droog- rek mm	aantal vorm- lingen per droog- plaat resp. droog- rek	vorm- ling af- stand h.o.h. op de droog- plaat resp. droog- rek mm	etage- af- stand in mm	hoog	laag	blad-	aantal
						type droog- inr. aantal etages	type droog- inr. aantal etages	af- stand h.o.h. in mm	

produkt

VORMBAKMETSSELSTEEN

waalformaat	P	900	6	140	180	15	10	333	6
	P	1340	10	130	180	15	10	333	6
vechtformaat	P	900	6	140	180	15	10	333	6
	P	1340	10	130	180	15	10	333	6
rijnformaat	P	900	7	120	180	15	10	333	6
	P	1340	12	110	180	15	10	333	6
rijformaat met waaldikte	P	900	7	120	180	15	10	333	6
	P	1340	12	110	180	15	10	333	6

VORMBAKSTRAATSTEEN

keiformaat	P	900	6	140	220	12	8	333	6
	P	1340	9	140	220	12	8	333	6
dikformaat	P	900	6	140	220(180)	12(15)	10(8)	333	6
	P	1340	9	140	220(180)	12(15)	10(8)	333	6

STRENGPERSMETSELSTEEN

waalformaat	R	1340	12	110	260	10	7	286	7
-------------	---	------	----	-----	-----	----	---	-----	---

HOLLE BOUWSTEEN

Nehobo 10 t/m 16cm	R	1340	8	160	300	9	6	333	6
Nehobo 10 t/m 12cm	R	1340	8	160	260	10	7	333	6

DRAINEERBUIZEN

5 cm zonder kraag	R	1340	15	85	260	10	7	400	5
6 cm zonder kraag	R	1340	12	110	260	10	7	400	5
8 cm zonder kraag	R	1340	10	130	260	10	7	400	5

DAKPANNEN

	R	1340	4	320	220	12	8	500	4
	R	1590	5	310	220	12	8	500	4

standaard-etageafstanden: 180-220-260-300 mm

standaard-bladafstanden: 500-400-333-286 mm

standaard aantal bladen per 2 meter: 4-5-6-7.

Standaardrangschikking van enige veel voorkomende
Nederlandse grofkeramische produkten in droogin-
richtingen

Bij droogtechnische calculaties is de toestand van de buitenlucht in het algemeen een belangrijk gegeven. In verband hiermede bestaat de behoefte te beschikken over standaardjaargemiddelden, standaardzomergemiddelden en standaardwintergemiddelden van de toestand van de buitenlucht.

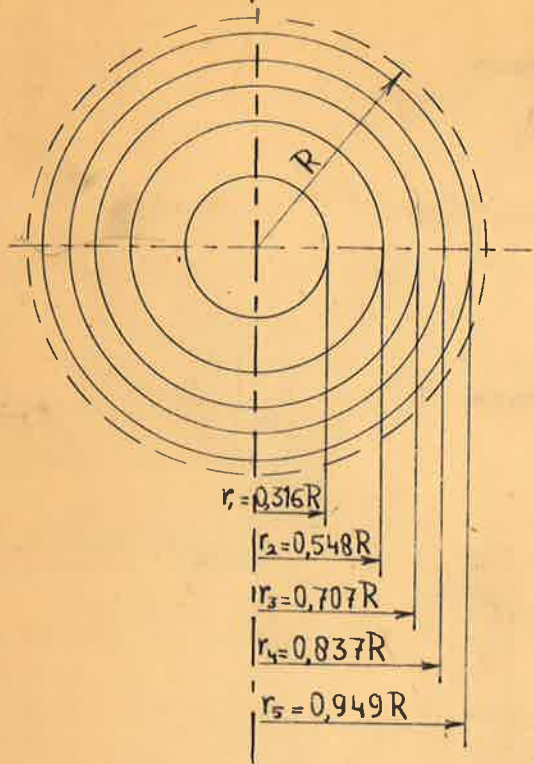
Onderstaande gegevens worden als standaard aanbevolen. Teneinde eenvoudige cijfers te verkrijgen werd bij de vaststelling van de standaardgegevens een weinig afgeweken van de KNMI-gegevens (zie: "Enige meteorologische gegevens van belang voor het droogproces").

De nauwkeurigheid van de genoteerde waarden is aangepast aan het gebruik van het Mollierdiagram voor vochtige lucht.

	standaard- jaar- gemiddelde	standaard somer- gemiddelde (3 maanden)	standaard winter- gemiddelde (3 maanden)
watergehalte van de lucht in kg per kg droge lucht	0,006	0,009	0,004
warmte-inhoud van de lucht in koal per kg droge lucht ten opzichte van water en lucht van 0°C	5,8	9,3	3,0
warmte-inhoud van de lucht bij het dauwpunt in koal per kg droge lucht ten opzichte van water en lucht van 0°C	5,2	8,4	2,6
droge-boltemperatuur in °C	9,0	16,0	2,6
natte-boltemperatuur in °C	7,7	13,9	1,9
dauwpunt in °C	6,5	12,4	0,8
waterdampspanning in mm Hg	7,3	10,8	4,9
relatieve vochtigheid %	84	80	88

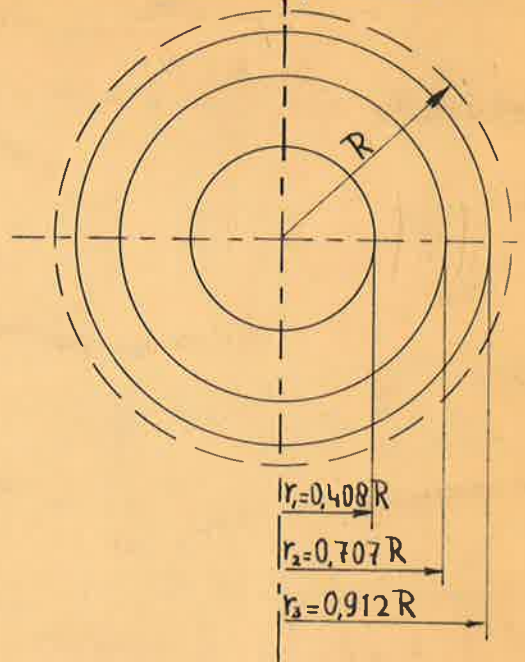
Cirkelvormige doorsnede

20 meetpunten



$opp = \pi R^2$

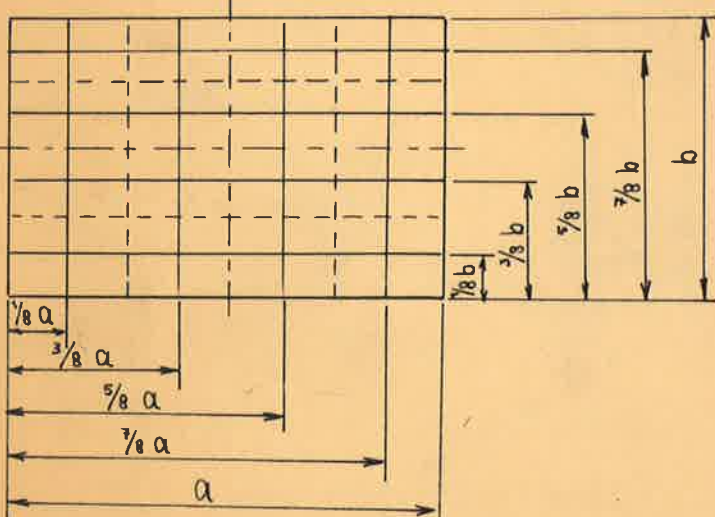
12 meetpunten



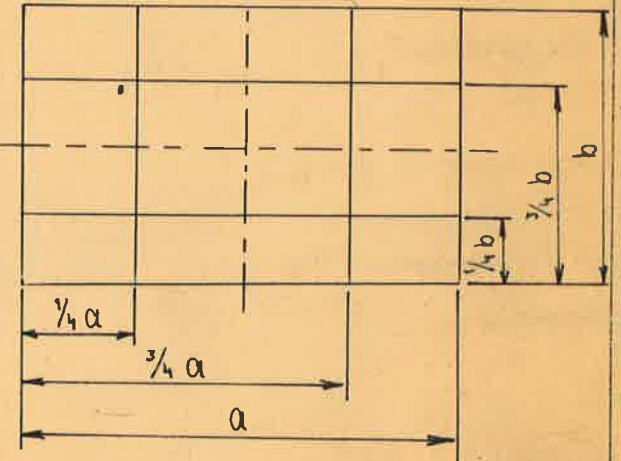
Rechthoekige doorsnede

$opp. = a \cdot b$

16 meetpunten



4 meetpunten



Gestandaardiseerde meetpuntenkeuze
voor een
cirkelvormig en een rechthoekig kanaal

I. ALGEMENE FORMULE VOOR DE LUCHTSNELHEID.

$$v = \sqrt{\frac{2}{\gamma} gh}$$

waarin:

V = luchtsnelheid op een meetpunt in m/sec.

g = versnelling van de zwaartekracht = 9,81 m/sec².

h = stuwdruk Pitot-pijp in kg/m² = mm w.k.

γ = soortelijk gewicht van de lucht in kg/m³

II. GEMIDDELDE LUCHTSNELHEID IN EEN KANAALDOORSNEDE

$$V_{\text{gem}} = 4,425 \sqrt{\frac{1}{\gamma}} \cdot \frac{\sum \sqrt{h}}{n}$$

waarin:

V_{gem} = gemiddelde luchtsnelheid in de kanaaldoorsnede in m/sec.

n = aantal meetpunten

$\sum \sqrt{h}$ = som van de wortels uit de op n meetpunten gemeten stuwdrukken

III. LUCHTHOEVEELHEID

$$q = 3600 F \cdot V_{\text{gem}}$$

waarin:

Q = luchthoeveelheid in m³/uur

F = oppervlak van de kanaaldoorsnede in m²

IV. KEUZE VAN DE MEETPLAATS

De meetplaats dient gekozen te worden in een recht kanaalgedeelte, zonder kleppen, spruitstukken enz., met een lengte van minstens 10D.

waarin:

D = de hydrodynamische diameter van het kanaal.

$$D = \frac{4 F}{O}$$

waarin:

F = oppervlak doorsnede

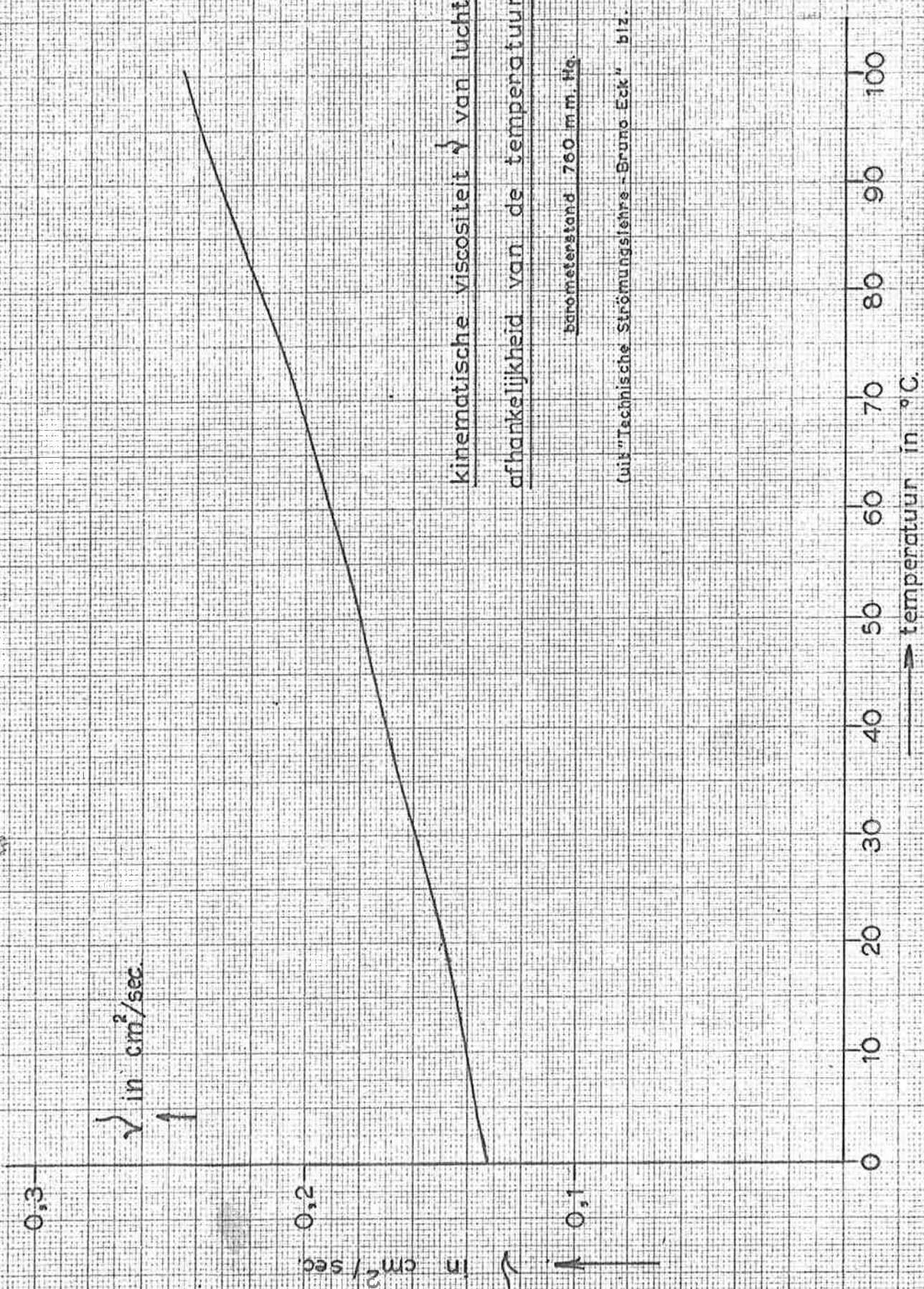
O = omtrek doorsnede

Het ten opzichte van de meetplaats bovenstrooms gelegen rechte kanaalgedeelte dient een lengte te bezitten gelijk aan 3/4 deel van de totale lengte van het beschikbare rechte kanaalgedeelte. Wanneer de gekozen meetplaats niet aan de bovenstaande voorwaarden voldoet, moet rekening worden gehouden met een geringere nauwkeurigheid van de meting.

V. KEUZE VAN DE MEETPUNTEN IN DE KANAALDOORSNEDE VAN DE MEETPLAATS

De keuze van de meetpunten in de kanaaldoorsnede dient zodanig te zijn, dat elk van deze meetpunten gelijke delen van de kanaaldoorsnede vertegenwoordigt. Het gekozen aantal meetpunten bepaalt de nauwkeurigheid van de meting.

Luchthoeveelheidsmetingen in rechthoekige- en cirkelvormige kanalen met behulp van de Pitot-pijp



kinematische viscositeit ν van lucht in
afhankelijkheid van de temperatuur

barometerstand 760 mm. Hg.

(uit "Technische Strömungslehre - Bruno Eck" blz. 109)

→ temperatuur in $^{\circ}\text{C}$.

I. ALGEMENE FORMULE VOOR DE LUCHTSNELHEID.

$$v = \sqrt{\frac{2}{\gamma} gh}$$
, waarin:

V = luchtsnelheid op een meetpunt in m/sec.

g = versnelling van de zwaartekracht = 9,81 m/sec².

h = stuwdruk Pitot-pijp in kg/m² = mm w.k.

γ = soortelijk gewicht van de lucht in kg/m³

II. GEMIDDELDE LUCHTSNELHEID IN EEN KANAALDOORSNEDE

$$V_{\text{gem}} = 4,425 \sqrt{\frac{1}{\gamma} \cdot \frac{\sum \sqrt{h}}{n}}$$

waarin:

V_{gem} = gemiddelde luchtsnelheid in de kanaaldoorsnede in m/sec.

n = aantal meetpunten

$\sum \sqrt{h}$ = som van de wortels uit de op n meetpunten gemeten stuwdrukken

III. LUCHTHOEVEELHEID

$$q = 3600 F \cdot V_{\text{gem}}$$

waarin:

Q = luchthoeveelheid in m³/uur

F = oppervlak van de kanaaldoorsnede in m²

IV. KEUZE VAN DE MEETPLAATS

De meetplaats dient gekozen te worden in een recht kanaalgedeelte, zonder kleppen, spruitstukken enz., met een lengte van minstens 10D.

waarin:

D = de hydrodynamische diameter van het kanaal.

$$D = \frac{4F}{O}$$

waarin:

F = oppervlak doorsnede

O = omtrek doorsnede.

Het ten opzichte van de meetplaats bovenstrooms gelegen rechte kanaalgedeelte dient een lengte te bezitten gelijk aan 3/4 deel van de totale lengte van het beschikbare rechte kanaalgedeelte. Wanneer de gekozen meetplaats niet aan de bovenstaande voorwaarden voldoet, moet rekening worden gehouden met een geringere nauwkeurigheid van de meting.

V. KEUZE VAN DE MEETPUNTEN IN DE KANAALDOORSNEDE VAN DE MEETPLAATS

De keuze van de meetpunten in de kanaaldoorsnede dient zodanig te zijn, dat elk van deze meetpunten gelijke delen van de kanaaldoorsnede vertegenwoordigt. Het gekozen aantal meetpunten bepaalt de nauwkeurigheid van de meting.

Luchthoeveelheidsmetingen in rechthoekige- en cirkelvormige kanalen met behulp van de Pitot-pijp

22-6-62 vdk/MS

Hans Lingl jr.

Kammertrockner - Durchlauftrockner: Vor- und Nachteile



In einer Zeit, in der die schnelle Mechanisierung und Automatisierung der Ziegeleibetriebe eine Prüfung der Voraussetzungen hierfür in den einzelnen Betrieben unerlässlich macht, in der andererseits auch eine neue Besinnung auf Qualität und Wirtschaftlichkeit stattfindet, gewinnt die Trockentechnik große Bedeutung. Wegen der intensiven Diskussion der Umschwünge in der Brenntechnik in vergangenen Jahren, ist das Thema „Trockner“ in dieser Zeit etwas vernachlässigt worden, zumindest in bezug auf die Auswirkungen der Trocknerplanung auf die gesamte Betriebskonzeption und auf die wirtschaftlichen Aspekte der Betriebsplanung. Eine Konsolidierung in den Vorstellungen über die Brenntechnik und damit gleichzeitige Beruhigung in der Diskussion dieses Themas kann nun dazu führen, neuerlich eine sachliche Diskussion über die Trockentechnik zu beginnen.

Zum leichteren Verständnis des Themas sowie gemäß der Bedeutung, die den einzelnen Punkten in den meisten Diskussionen beigemessen wird, sollen diese Ausführungen wie folgt gegliedert werden:

1. Einpassung der Trockner in die Gesamtkonzeption des Betriebes
2. Wochenendbetrieb
3. Verbundbetrieb
4. Spezielle Vor- und Nachteile von Kammertrockner- bzw. Durchlauftrockner
5. Wirtschaftlichkeit
6. Trockenqualität

1. Einpassung der Trockner in die Gesamtkonzeption des Betriebes

Die gefühlsmäßige und überlieferte Beziehung des Zieglers zu jedem Abschnitt seiner Produktion, sowie die Bequemlichkeit, mit der jeder Fortschritt durch das Argument, daß sich jeder Ton anders verhalte, abgewiesen werden konnte, machte es nicht

leicht, moderne und zum Teil in anderen Industrien bereits lange akzeptierte Produktionsmethoden einzuführen. In der Transport- und Brenntechnik haben sich jedoch mittlerweile die Grundsätze der modernen Betriebstechnik weitgehend durchgesetzt, die Trockentechnik bleibt der letzte umstrittene Betriebsabschnitt. In vielen Ziegeleien neigt man in bezug auf die Trockentechnik, statt neuen, erprobten und erfolgreichen Rezepten zu folgen, noch dazu, bei Groß- und Urgröbvaters Methoden zu bleiben, man streitet sich höchstens, ob der Luftstrom der Umwälzung hin und her, gleichmäßig nach einer Richtung auf und ab, oder rundherum blasen soll. Es scheint aber, daß es wichtiger ist, wegen der hohen Investitionen, die der Neubau einer Trockneranlage erfordert, die zukünftige Gesamtkonzeption des Betriebes und damit auch der Trockneranlage als einem der wichtigsten Teile des Betriebes genau zu studieren und festzulegen, wird doch hierdurch die ganze zukünftige Entwicklung des Betriebes gesteuert. Die technischen Details sind leichter lösbar, ja es ist sogar möglich, künftige Entwicklungen in dieser Richtung bis zu einem gewissen Grade abzuschätzen und die Anlage flexibel genug zu gestalten, um eine solche Entwicklung auch nachträglich berücksichtigen zu können. Grundsätzlich besteht in vielen, meist mit alten Kammertrockneranlagen ausgerüsteten Betrieben, die Frage: Soll, da die Mechanisierung des Betriebes bessere Trockenqualität, gleichmäßigeres Ergebnis und zur Erreichung des vollen Rationalisierungseffektes höhere Wirtschaftlichkeit erforderlich macht, ein neuer Kammertrockner gebaut oder die alte Anlage ausgebaut, oder soll der Betrieb auf das kontinuierliche Durchlauftrockensystem umgestellt werden. Bei Neuanlagen ist diese Frage selbstverständlich leichter zu lösen.

Oft hören wir das Argument, der Kammertrockner sei flexibler als der Durchlauftrockner. Es dauert dann jeweils geraume Zeit, dem Betreffenden klarzumachen, daß diese angebliche größere Flexibilität rein hypothetisch ist. Kaum einer der in Frage stehenden Betriebe hat mehr als eine —

höchstens zwei — Pressen in Betrieb, d. h. es kommen zur gleichen Zeit nie mehr als ein, höchstens zwei, Produkte in die Trockneranlage. Eine Ausnahme macht nur die Schamotteindustrie. Es geht also darum, sicherzustellen:

a) daß die Trockenkammern und Trockenwagen im anderen Fall geeignet sind, die verschiedensten Formate aufzunehmen

b) den Trockner so zu steuern, daß er sich auf die Gewichtsunterschiede und damit ausstragenden Wassermengen und Unterschiede in der Trockenempfindlichkeit einstellt.

Zu a) läßt sich sagen, daß heute die Trockenwagengrößen und Lattenlängen so geplant werden, daß alle — auch großformatige Blöcke — in der Anlage hergestellt werden können, und zwar so, daß die Tragarme des Trockenwagens in den Abständen zwischen den Blöcken zu liegen kommen; in den seltenen Extremfällen, wo größere Produktionen großer Einhängsteine etc. in Frage kommen, werden die Arme ganz nach außen verlegt. Da bei normaler Trockenwagenausführung die Trockenlatten auf etwa $\frac{2}{3}$ unterstützt werden, ist auch bei großen Längen die Verwendung einer leichteren Latte möglich, außerdem ist kein Schnellvorschub erforderlich. Die Lattenauslastung ist wegen des Fehlens eines Schnellvorschubs günstig.

Zu b) muß gesagt werden, daß beim Durchlauftrockner wie beim Kammertrockner die Trocknerbeschickung normalerweise so geplant wird, daß die am schwersten zu trocknende Ware am Wochenende hergestellt wird, um das Wochenende zum Trocknen dieser Ware zur Verfügung zu haben, andererseits aber durch Variation der Schubgeschwindigkeit genauso wie beim Kammertrockner beim Stehenlassen einzelner Kammern der Trockendurchsatz insgesamt variiert werden kann. Wie im Kammertrockner in schwierigen Fällen eine umfangreiche Klimasteuerung erforderlich ist oder bei manueller Steuerung ständige Kontrolle und Nachregulierung des Trockners, wird beim Durchlauftrockner in diesen Fällen eine automatische Klimaregelung eingebaut, die für

Hans Lingl jr.
Keram-Ingenieur grad. (Grobkeramik)
Neu-Ulm

die ständige Anpassung des Klimas an die Trockenerfordernisse sorgt. Durchlauftrockner dieser Art sind seit Jahren mit besten Erfolgen in Betrieb. Die Vorstellung, daß ein Betrieb so geplant werden müsse, daß er immer alles zur gleichen Zeit machen könne, ist im Hinblick auf die Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Automatisierung beim Setzbetrieb absurd. Ein so geplanter Betrieb ist etwa vergleichbar mit dem Hasen in dem hübschen Märchen „vom Wettlauf zwischen dem Hasen und dem Igel“ nach der Erzählung der Gebrüder Grimm.

Der automatische Setzbetrieb kommt zwangsläufig, der Erfolg dieser Setzmethode ist in den Betrieben, die bereits damit arbeiten, offensichtlich. Das bedeutet aber, daß die Produktion geplant wird. Die modernste Setzmaschine kann zwar so gut wie jedes Format, das zwei glatte Flächen hat, automatisch setzen, doch wird niemand auf die Idee kommen, im Tag vier- oder fünfmal umzustellen. Im Ausland — vor allem in Übersee — geht die Produktionsplanung z. B. sogar so weit, daß, nur um die Kontinuität einer Produktion und die damit verbundene Gleichmäßigkeit der Qualität und höhere Wirtschaftlichkeit zu erreichen, große Produktionen auf Lager gesetzt werden. Man errechnet sich hierdurch eine bessere Wirtschaftlichkeit als durch ständiges Umstellen. Das heißt aber, daß ein intermittierendes Produktions- und damit auch Trockensystem im modernen Betrieb keine Chance hat. Jeder Teil des Betriebes — also auch der Trockner — muß ein Teil des Betriebsflusses sein. Er darf nicht hemmend wirken und nicht durch andere als rein betriebsbedingte Maßnahmen beeinflussbar sein.

Da ein wesentliches Grundmotiv für den Bau des einen oder anderen Trocknersystems bei der Festlegung der zukünftigen Betriebskonzeption die Finanzierungsmöglichkeit bzw. die Investitionskosten des Trockners sind, verdient die Darlegung der Berechnungsgrundlagen für den Preisvergleich bzw. der Preisvergleich an sich besondere Bedeutung. Wird davon ausgegangen, daß eine Trocknerei für die gesamte Produktion neu erstellt werden muß, ist die Sache verhältnismäßig einfach. Wenn aber ein Teil der alten Trocknerei noch so gut ist, daß man sich nur schwersten Herzens davon trennen will, müssen wirtschaftliche und qualitätsmäßige Bedenken mithelfen. Es kann davon ausgegangen werden, daß — wie noch zu beweisen ist — die Trockenzeit im Durchlauftrockner mindestens 20% kürzer ist als im Kammertrockner. Da die Zahl der Trockenetagen im Kammertrockner gewöhnlich aber um genau diesen Betrag höher ist als im Durchlauftrockner, ist die Grundfläche beider Trockensysteme zum Erzielen des gleichen Trockenzieles gewöhnlich gleich. Bei vollautomatischen Betrieben und unter besonderen Bedingungen wird gelegentlich der Trockenwagen mit einer Etagenzahl ausgelegt, die etwa der des Kammertrockners entspricht. Wegen der geringeren Flexibilität in der manuellen Handhabung

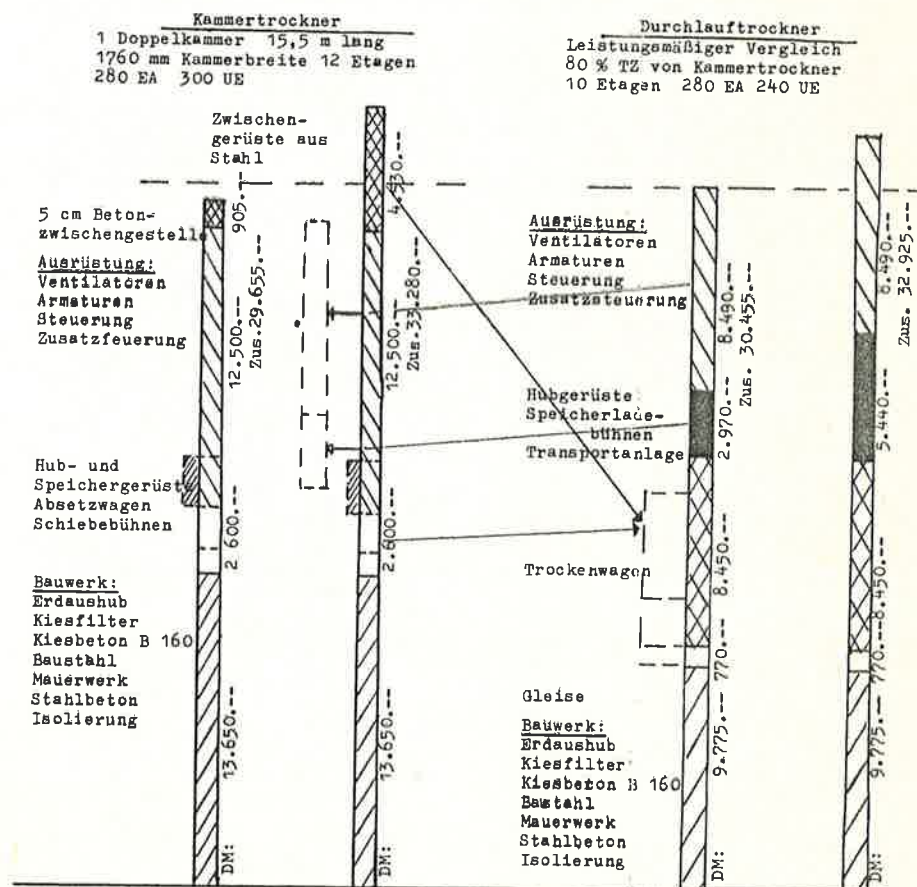
und der größeren Beanspruchung der Transportanlagen wird dies aber für gewöhnlich nicht gemacht. Der Kammertrockner, gleich welcher Konstruktion, braucht ein schwereres Fundament, größeren Aufwand für die Belüftung, mehr Wände, da ja nicht nur Seiten-, sondern auch Rückwände erforderlich sind, hinzu kommen Stahlgerüste zwischen den Kammern bei doppelkammerigen Kammertrocknern oder zusätzliche Wände und zusätzliche Auflagen bei einkammerigen Trocknern, plus Kammertüren, Zwischendecken, bei separat gesteuerten Kammern mit individueller Belüftung etc. Der Aufwand für den gesamten Baukörper ist also bedeutend größer als bei Durchlauftrocknern. Hinzu kommt höherer Aufwand für Steuerung und Umwälzung im Kammertrockner gegenüber dem Durchlauftrockner, schon dadurch verursacht, daß die Klimakurve in jeder Kammer getrennt eingestellt und geregelt werden muß, während dies im Durchlauftrockner mit verhältnismäßig einfachen Mitteln fast von alleine geschieht, ohne daß ständige Nachregelung erforderlich ist. Preisvergleiche der gesamten Baukosten betriebsfertig — also Baukosten und Ausrüstungskosten zusammen — ergeben in der Regel Preisgleichheit für Durchlauftrockner und Kammertrockner bei Voraussetzung des gleichen Automatisierungsgrades.

Man wird einen Durchlauftrockner im modernen Betrieb nicht wie einen

Kammertrockner so einplanen, daß er manueller Bedienung bedarf, sondern automatische Transportanlagen verwenden. Die Kosten dieser Einrichtungen richten sich nach den Betriebsumständen. Bei kurzen Transportwegen ist der Mehrpreis für automatische Bühnen und Transporteure bis einschließlich Hubgerüst unter Umständen sogar niedriger als Hub- und Speichergerüst, Schiebep Bühnen und Absetzwagen für Kammertrockner.

Bild 1 zeigt einen Kostenvergleich zwischen einer 15,5 m langen Trockenkammer mit 12 Etagen einschließlich der ungefähren Baumassenunterschiede für verschiedene Kammerkonstruktionen, im Vergleich zum Durchlauftrockner bei 80% der Kammer-Trockenzeit.

Oft wird argumentiert, der Durchlauftrockner hätte einen größeren Wartungsaufwand als der Kammertrockner wegen seiner großen Zahl von Trockenwagen. Durchlauftrocknerbesitzer mit Kammertrocknererfahrung werden aber gerne die Naivität dieser Behauptung bestätigen, bedeutet doch die Pflege des bedeutend größeren Steuerungsaufwandes für moderne Klimatrockenanlagen sowie des größeren Umwälzaufwandes und der Kammertüren eine mindest ebenso große Wartung. Das Argument, daß Wagen von aggressiven Gasen zerstört werden könnten, dürfte von Kammertrocknerbauern, die Doppelkammern mit metallenen Zwischengerüsten bau-



Vergleich: Kammertrockner : Durchlauftrockner
Ausgangspunkt 30 Doppelkammern

en, schon deshalb nicht gebracht werden, da hier die Probleme absolut gleich liegen. Es wird aber kaum einen modernen Betrieb geben, der die Verwendung von Rauchgasen für den Trocknerbetrieb voraussetzt, es sei denn, die Abgase der Zusatzfeuerung, die ja prozentual einen sehr geringen Anteil im gesamten Gasbedarf des Trockners ausmachen, und zwar im Durchlauftrockner einen geringeren Teil als im Kammertrockner, wie später noch dargelegt werden soll. Insgesamt kann gesagt werden, daß bei der Festlegung der neuen Konzeption des Betriebes das Durchlaufprinzip Vorrang haben muß, soll der Betrieb in Zukunft den Anforderungen der modernen Industrie gerecht werden und konkurrenzfähig bleiben, besonders auch im Hinblick auf die Möglichkeit der Automatisierung und Mechanisierung des Betriebes.

2. Wochenendbetrieb

Wir werden immer wieder auf die Flexibilität des Durchlauftrockners im Wochenendbetrieb angesprochen. Dabei will es oft scheinen, daß gerade diesem Punkt mit naivsten Begründungen, wahrscheinlich aus Ermangelung besserer Argumente, alleinige Bedeutung zugemessen wird. Man braucht sich nur die einfachsten Grundprinzipien des Kammertrocknerbetriebes und des Durchlauftrocknerbetriebes vor Augen zu führen, um die Verhältnisse klar zu erkennen. Die Schwierigkeit besteht ja darin, daß man zu gerne geneigt ist, in Techniken wie die Trockentechnik im Kammertrockner- und Durchlauftrocknerbetrieb Schwierigkeiten hineinzulegen, die bei genauer Betrachtung überhaupt nicht vorhanden sind. Wie wird nun der Durchlauftrockner über das Wochenende betrieben:

Eigentlich müßte man sagen gleich wie der Kammertrockner, nur eben kontinuierlich, d. h. hat ein Betrieb keine trockenempfindliche Ware, könnte er also am Montag eine frische Kammer schließen, Heißluft drauflassen und zu trocknen beginnen, dann würde er das Wochenende voll in das Durchlauftrocknerprogramm nehmen, so daß der Trockner weitestgehend ausgetrocknet, der erste Wagen am Montag in eine verhältnismäßig trockene Atmosphäre eingebracht wird, oder er wird über das Wochenende die am schwersten zu trocknende Ware einfahren und den Trockner in der Belüftung auf eine langsamere Trockengeschwindigkeit zurückstellen. Ist der Trockner aber für Material gebaut, das sehr trockenempfindlich ist, würde man im Kammertrockner entweder Kammern stehen lassen, um am Montag Umluft zum Antrocknen zur Verfügung zu haben oder Kammern antrocknen, indem man sie aufwärmt, aber nur wenig Abluft in den ersten Stunden abläßt, so daß ein Klima aufgebaut wird. Das gleiche wird im Durchlauftrockner gemacht, nämlich ein zweiter Abluftschlot weiter im Trockner gelegen vorgesehen, der nur über das Wochenende betrieben wird, so daß sich ein Teil des Durchlauftrockners von der Einfahrt her gesehen am Wochenende praktisch außer

Betrieb befindet und feucht bleibt, oder eine indirekte Beheizung des des Trockners durch Rippenrohre und Luffterhitzer vorgesehen, die Abluft am Wochenbeginn soweit drosseln, daß über mehrere Stunden ein Klima aufgebaut wird, um die ersten Wagen über die Runden zu bringen und dann nach und nach wieder auf einen normalen Luftdurchsatz übergegangen.

In neuester Zeit rüsten wir Durchlauftrockner mit Aufstellsystemen aus, d. h. um die Schwankungen im Trochnebetrieb zwischen Beschickung und Stillstandzeit auszugleichen, bauen wir nicht ausgerüstete Tunnel, in denen während der Produktion nasse Ware und während der Stillstandzeit trockene Ware aufgestellt wird, getrennt durch eine spezielle fahrbare Dichtwand. Die eigentliche Trockenzeit kann gegenüber dem Kammertrockner dann noch einmal wesentlich verkürzt werden. Die gesamte Ausrüstung des Trockners wird viel billiger, weil in der Wirkung optimal der Wochenendbetrieb auch bei verlängertem Wochenende über Ostern und Weihnachten einfach zu handhaben ist. Es wird dann nur die Entleerung der Aufstellung verlangsamt. Der gesamte Vorgang ist vollautomatisch gesteuert und bedarf keiner Aufsicht. Dadurch, daß nun die eigentlichen Trockensysteme ständig voll gefüllt sind, wird das Transportsystem wesentlich vereinfacht, Schubmaschinen sind nicht mehr erforderlich.

3. Verbundbetrieb

Der Verbundbetrieb einer Anlage ist von grundsätzlich entscheidender Bedeutung, wobei hier im Zusammenhang einiges über brenntechnische Grundlagen gesagt werden muß. Zur Abführung der Wärmemenge, die vom Brenngut nach dem Verlassen der Feuerzone in der Kühlzone des Ofens zur Verfügung gestellt wird, ist eine bestimmte Luftmenge erforderlich, die einerseits so durch den Tunnel geführt werden kann, daß fast die gesamte zur Verfügung stehende Wärmemenge in die Brennzonen zurückgeführt wird; in diesem Fall wird bei 1000 °C Brenntemperatur ohne Berücksichtigung verschiedener anderer Faktoren, die ebenfalls hier eine Rolle spielen, ein Luftüberschuß von etwa $n = 4,5$ benötigt, der dann als Rauchgas am Kamin zur Verfügung steht. Unter gleichen Bedingungen, aber bei 50% Wärmerückgewinnung in der Kühlzone, fällt der Luftüberschuß auf etwa $n = 1,6$, d. h. es wird nicht ganz 30% der im anderen Fall erforderlichen Rauchgasmenge abgeblasen und damit die Verluste des Ofens wesentlich verringert und der Wirkungsgrad verbessert, ganz abgesehen davon, daß durch zusätzliche Ausnutzung der Strahlungswärme des Ofens ein weiterer Gewinn erzielt wird. Es spielt keine Rolle, daß die Abwärme des Ofens auch am Wochenende zur Verfügung steht, da es nicht viele Trocknerreien gibt, die so geplant sind, daß das Wochenende nicht mit in die Trocknung einbezogen ist, es sei denn, die Trockenzeit liegt unter 24 Stunden, aus dem einfachen Grunde, weil sonst die Trockner zur Leistung der

Wochenproduktion um ca. 20% größer gebaut werden müßte, um diese Produktion in der entsprechend kürzeren Zeit zu trocknen. Der Wärmebedarf eines guten Durchlauftrockners liegt bei etwa 900 kcal/kg gebranntes Gut. Dies ist etwa die Wärmemenge, die bei 50% Wärmerückgewinnung am Ofen für die Trocknung zur Verfügung gestellt werden kann, sie ermöglicht also einen vollkommenen Verbundbetrieb Ofen—Trockner, ohne zusätzliche Wärmequelle, wenigstens über den längsten Teil des Jahres. Der Kammertrockner braucht in der Regel über 1000 kcal, meistens sogar über 1200 kcal/kg Wasser, es wird also zum Trocknen eine zusätzliche Wärmequelle gebraucht.

4. Vor- und Nachteile von Kammertrockner bzw. Durchlauftrockner

Die speziellen Vorteile des Durchlauftrocknersystems gegenüber dem Kammertrockner liegen in seiner besseren Anpassungsfähigkeit an neue Technologien. Bei Heißverpressung z. B. ist es doch entscheidend, die warme, wasserabgabefreudige Ware direkt in den Trocknungsprozeß einzubringen, um die Vorteile der Heißverpressung voll auszunützen. Im Trockenvorgang entfällt dann eine der schwierigsten Phasen beim Trocknen der meisten Materialien, nämlich das Aufwärmen zum materialgerechten Trocknen von innen nach außen. Die Ware wird sofort in den Trockenprozeß eingeschaltet, eine wirkungsvolle Klimatisierung der Trocknerinfahrt kann die Vorteile der Heißverformung ganz wesentlich unterstützen. Weiterhin ist der Betrieb vollautomatisch, auch der Transportbetrieb kann vollautomatisch gestaltet werden und zwar mit höchst einfachen und zuverlässigen Mitteln. Fehler in der Bedienung des Trockners sind, wenn er einmal eingestellt ist, so gut wie ausgeschlossen und das Ergebnis konstant, was besonders für das automatische Setzen sehr wichtig ist. Weiterhin kommt die Ware gleichmäßig zur Entladung zurück, die Latten werden nur einmal auf das Transportmittel gehoben, bleiben dort und werden von dort direkt wieder entladen.

5. Wirtschaftlichkeit

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Kammertrockner und Durchlauftrockner fällt eindeutig zu Gunsten des Durchlauftrockners aus. Der Wärmebedarf des automatisch gesteuerten Kammertrockners ist mindestens noch 10% höher als der eines normalen Durchlauftrockners ohne besonderen Steuerungsaufwand, die weitaus meisten Kammertrockner liegen jedoch im Wärmebedarf mindestens 30—35% höher. Bei 50% Anteil der Wärmekosten zum Trocknen an den Gesamtwärmekosten des Betriebes machen sich aber die Unterschiede sehr deutlich bemerkbar.

Der Kraftbedarf des Durchlauftrockners liegt bei ca. 20—40 kw/1000 NF gegenüber 30—60 kw je 1000 NF Gitterziegel bei Kammertrocknerreien modernen Typs, immer einschließlich Heiß- und Abluftventilatoren. Der

Schwankungsbereich für die einzelnen Trocknereien ist ca. 100%, weil die Trockenzeit grundsätzlichen Einfluß auf den Kraftbedarf der Anlage hat. Rechnen wir Stromkosten von 1000.— bis 1200.— DM je kW und Jahr oder vielleicht direkter und anschaulicher 10—20 kW Strommehrbedarf je 1000 NF für Kammertrocknereien, dann wird es klar, welche Ersparnisse bzw. Mehrkosten im anderen Fall hier eine Rolle spielen. Dazu kommt für den Durchlaufrockner das Fehlen von Bedienungspersonal und Schiebebühnenfahrern, insgesamt also ein beträchtlich besserer Wirkungsgrad der Anlage.

6. Trockenqualität

War vor 10 Jahren vielleicht noch eine gewisse Skepsis hinsichtlich der Trockenqualität in Durchlaufrocknern gerechtfertigt, hatte man doch die Erfahrung aus den alten Gegenstromtunnelrocknern, die ohne Klimatisierungsmöglichkeit und ohne Umwälzung natürlich für schwierigere Produkte, vor allem aber für schwierige Materialien — nicht geeignet waren, so ist diese mittlerweile schon deshalb nicht mehr gerechtfertigt, weil Durchlaufrockner in Gebieten mit den schwierigsten Tönen in Europa mittlerweile sicher am erfolgreichsten arbeiten, ja manche Gebiete mit dem modernen Durchlaufrockner erst für die künstliche Trocknung erschlossen worden sind. So arbeiten z. B. Durchlaufrockner im Boomschen Gebiet bei Materialien mit 40% Kolloidanteil, im Münsterland bei dem dort vorkommenden sehr trockenempfindlichen Tönen, die noch vor wenigen Jahren gegendweise als nicht künstlich zu trocknen galten, sowie bei den Halloysitmaterialien in der Grazer Gegend. Daß einfach zu trocknende Materialien im Durchlaufrockner am günstigsten zu trocknen sind, ist allerdings von früher her schon bekannt.

Der heutige Durchlaufrockner mit seiner exakten Klimaeinstellung, wirkungsvollen Umwälzung und großen Transportflexibilität, ist vom alten Tunnelrockner im Gegenstromprinzip etwa so weit entfernt, wie die alte Großraumtrocknerei vom heute vollautomatisch, vollklimatisierten Kammertrockner. Mit den neuesten von uns entwickelten Transportgeräten ergeben sich für den Durchlaufrocknerbetrieb im Hinblick auf das Trocknen der verschiedenartigsten Produkte wie dünne, große Hohlwaren und Vollsteine durch die gleichen Tunnel oder Dachziegel und Steine durch die gleichen Tunnel, neue große Möglichkeiten durch Verwendung von Paletten.

Jede Ware wird in Strangrichtung gesehen in gleicher Richtung auf die Paletten abgesetzt, so daß immer die Schnittfläche quer zur Wagenaufrichtung steht. Die Umwälzeinrichtung im Trockner wird so ausgeführt, daß die gleiche Einrichtung wahlweise horizontal oder vertikal ausblasen kann und so dem jeweiligen Produkt am besten angepaßt wird. Durch Verbindung der beiden Möglichkeiten, d. h. genaue Einstellung eines bestimmten Verhältnisses von waagrechter und vertikaler Umwälzung, kann außerdem zu einer besonders gleichmäßigen Durchlüftung des Kanalquerschnitts führen und damit zu optimaler Leistung.

Hinsichtlich der Flexibilität zur einwandfreien Trocknung der verschiedensten Formate durch den gleichen Durchlaufrockner mag noch gesagt werden, daß es in Deutschland — aber hauptsächlich in Italien — Durchlaufrockner gibt, in denen gleichzeitig große Einhängsteine, Drainagerohre, Gitterziegel und Vollsteine mit bestem Erfolg getrocknet werden.

Wie wichtig ein gleichmäßiges Trockenergebnis für die Automatisierung von Werksanlagen bzw. den erfolgreichen Einsatz von Setzmaschinen ist, können wir gerade in dieser Zeit, in der wir laufend neue Setzmaschinen einbauen, immer wieder feststellen. Es erweist sich jetzt ganz deutlich, daß der Durchlaufrockner eben gleichmäßiger gute, d. h. durchschnittlich bessere Trockenqualität liefert. Einer unserer Setzmaschinenkunden, der bereits seit einem Jahr mit der Maschine arbeitet, hat deshalb auch jetzt seinen Kammertrockner abgerissen und ihn in diesem Winter durch einen automatischen Durchlaufrockner ersetzt, der übrigens in diesen Tagen in Betrieb gehen wird. Es wird dann wieder einmal interessant sein festzustellen, wieviel besser die Trockenqualität des Durchlaufrockners im Vergleich zum Kammertrockner ist.

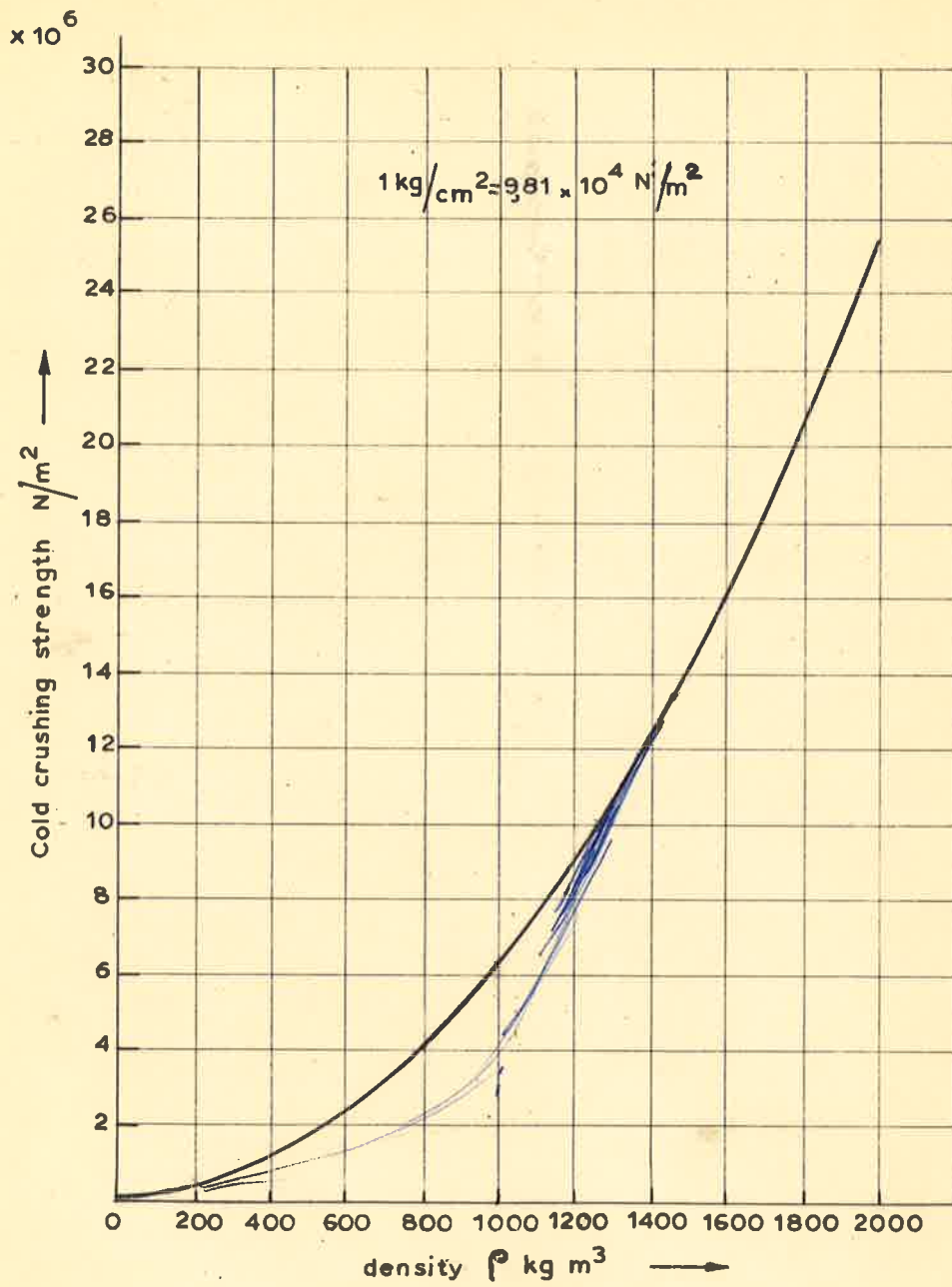
Abschließend soll noch festgestellt werden, daß entscheidend für die Empfehlung von Kammer- oder Durchlaufrockner durch Lieferanten auch die Verfügbarkeit von automatischen Be- und Entlade- und Transportgeräten ist. Natürlich wird ein Lieferant von Trocknerausrüstungen, der nicht gleichzeitig diese Transportgeräte zum Verkauf verfügbar hat, nicht Durchlauf- sondern Kammertrockner empfehlen. Deswegen haben wir uns in all den vergangenen Jahren ganz besonders um die Entwicklung der Transporttechnik besonders im Durchlaufrockner bemüht und dabei recht beachtliche Erfolge erzielt.

Gerade in dieser Zeit gehen in Süddeutschland mehrere automatische Trockenanlagen mit neuartigen Transport- und Lüftungssystemen, die wiederum eine beachtliche Verbesserung im Durchlaufrocknerbetrieb bringen, in Betrieb.



Ziegeleibau und Maschinenfabrik GmbH, 7910 Neu-Ulm/Donau

Tel. 0731/70331 - Telex 0712623 - Telegramme: Lingmaschinen



Tensile strength appr. 8% from crushing strength.

3/2/23

Approximate values of cold crushing strength of anorganic building materials in relation to the density (only for estimating purposes)

GIBBONS

1.3 - '68

027

bl. 469. Etterington.
duursterkte van v.v. isolatie steen.

kN/m^2
duursterkte
kond.

3000
2500
2000
1500
1000
500
0

500 1000
dichtheid kg/m^3

○ Vermengd beton
x Etterington van
v.v. isolatiesteen

