

Futtermischung der Zusammensetzung $m_{ZR}/m_{TMF} = 5:1$ mit $Tr = 13,9\%$. Im Gegensatz zur Membrankammer wurden wiederholte Verstopfungen der Schläuche am Sedimentationstopf beobachtet.

Weitere Versuche wurden mit Wasser als Fördermedium an geraden Rohren (Bild 5) und örtlichen Widerständen (Bild 6) durchgeführt.

Dabei stellte sich heraus, daß verwertbare Meßergebnisse zu erreichen sind. Daraus folgt, daß auch bei turbulenten Strömungsverhältnissen das beschriebene Meßverfahren einsetzbar ist, da in beiden Membrankammern ähnliche Tubulenzerscheinungen angenommen werden können. Die Trägheit der Flüssigkeitssäule in den Schläuchen dämpft weitgehend eine u. U. zeitlich differenziert auftretende Turbulenz in den Membrankammern. Eine Fehlerabschätzung bei stationärer Laminarströmung ergab einen mittleren relativen Meßfehler der Rohrreibungszahl λ von $\pm 3,2\%$ [1], so daß das Membrankammer-Meßverfahren zur Bestimmung von Druckdifferenzen unterschiedlicher konzentrierter Suspensionen grundsätzlich als gut anwendbar angesehen werden kann.

4. Zusammenfassung

Bekanntes Meßverfahren zur Differenzdruckbestimmung beim Rohrleitungstransport konzentrierter, grobdisperser Suspensionen sind nur begrenzt und z. T. mit hohem technischen Aufwand bei erheblicher Störanfälligkeit ein-

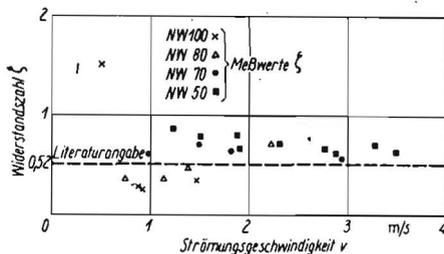


Bild 6. Vergleich von gemessenen Widerstandswerten $\zeta = f(v)$ beim Fördern von Wasser durch 90°-Krümmer ($R_K = 1,5 d$) mit Literaturangaben [9]

setzbar. Im Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, Betriebsteil Potsdam-Bornim, wurde ein neues Meßprinzip mit Membrankammern und U-Rohr-Manometern entwickelt und mit verschiedenen landwirtschaftlichen Suspensionen erprobt. Auch bei Reihenschaltung mehrerer Differenzdruckmeßstellen zeigte sich eine hohe Funktionssicherheit, so daß dieses Meßverfahren grundsätzlich zur Bestimmung von Druckverlusten konzentrierter Suspensionen geeignet ist.

Literatur

- [1] Türk, M.: Berechnung des Druckverlustes bei der Förderung konzentrierter Futtermischungen mit chemisch konservierten Zuckerrüben in Rohrleitungen. agrartechnik (in Vorbereitung).

- [2] Kogan, S. F.: Messung des Druckes in Rohrleitungen mit strukturierten Flüssigkeiten. Izmeritel'naja tehnika (1971) H. 10, S. 85.
 [3] Tschierschke, M.: Das Verhalten fließfähiger Futtermischungen beim Durchfluß durch horizontale Rohrleitungen. Archiv für Landtechnik 4 (1963/64) H. 3, S. 177—218.
 [4] Hörnig, G.: Beitrag zur Bemessung von Beregnungsrohrleitungen beim Klärschlamm- und Gülletransport. TU Dresden, Dissertation 1969.
 [5] Jogwich, A.: Das Fließverhalten von Suspensionen im turbulenten Bereich. Forschung auf dem Gebiet des Ingenieurwesens 23 (1957) H. 3, S. 81—90.
 [6] Tschierschke, M.: Untersuchung physikalisch-mechanischer Eigenschaften von Suspensionen, insbesondere von fließfähigen Futtermischungen. IfM Potsdam-Bornim, Forschungsbericht 1968 (unveröffentlicht).
 [7] Eirich, F. R.: Rheology, Theory and Applications, Vol. 1, 2. New York: Academic Press Inc. 1956.
 [8] Mylius, E.; Haroske, D.; Reher, E.-O.: Experimentelle Untersuchungen zum Druckverlust beim Transport konzentrierter Suspensionen (Schlammkreide-Wasser) durch zylindrische Rohre. Chemische Technik 19 (1967) H. 12, S. 738—743.
 [9] Krüger, H.: Berechnung strömungstechnischer Kennwerte von Durchströmteilen für Flüssigkeiten und Gase. Herausgegeben vom Institut für Leichtbau und ökon. Verwendung von Werkstoffen Dresden, 1970. A 1521

Umschlag, Lagerung, Dosierung und Applikation der Natronlauge und Vorschlag für die optimale Technologie¹⁾

Dr.-Ing. G. Hörnig, KDT/Dipl.-Landw. G. Wartenberg

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR, Betriebsteil Potsdam-Bornim

Auf dem IX. Parteitag sowie auf der 2. und 4. Tagung des ZK der SED wurde die Erhöhung der Futterproduktion als eine vordringlich zu lösende Aufgabe herausgestellt.

Bei zunehmender Strohverwertung ist vor allem der energetische Futterwert des Strohs durch den Aufschluß mit Natronlauge bei der Herstellung von Pellets zu erhöhen.

Infolge der Vielfalt der technischen Ausführungen der Trockenwerke und Pelletieranlagen im allgemeinen und der bisher realisierten Lösungen zum Einsatz von Natronlauge im besonderen — zurückzuführen auf die zahlreichen Initiativen in den Bezirken und Kreisen — ist aus technologischer und technischer Sicht nicht nur ein einziger Lösungsvorschlag möglich. An dieser Stelle soll deshalb auf grundlegende Gesichtspunkte verwiesen werden, die den möglichen Lösungen gemeinsam sind.

Die Ausführungen zu den Stoffkennwerten von Natronlauge (Dichte und Kristallisationstemperatur der Lauge in Abhängigkeit von der Konzentration), die bereits in dieser Zeitschrift erschienen [1], sollen durch Angaben zum Viskositätsverhalten der Lauge ergänzt werden (Bild 1).

Die Viskosität oder Zähigkeit der Lauge fällt mit abnehmender Konzentration, steigt aber bei niedrigen Temperaturen stark an. Die im interessierenden Konzentrationsbereich auftretenden Werte sind wie folgt einzuschätzen:

- 80 cP sehr zähflüssig
- 60 bis 80 cP zäh fließend

- 40 bis 60 cP noch ziemlich zäh fließend
- 40 cP frei fließend.

Gut fließfähige Lauge liegt also z. B. bei 24%iger Konzentration noch bis -13°C vor, während im höheren Konzentrationsbereich eine Zähigkeit von 40 cP bei $+6^\circ\text{C}$ (33%ige Lauge) oder $+28^\circ\text{C}$ (48%ige Lauge) erreicht wird. Diese Viskositätsschwankungen beeinflussen das Förderverhalten von Kreiselpumpen in erheblicher Weise, worauf aber später noch eingegangen wird.

Das besondere Kristallisationsverhalten der Natronlauge erfordert eine Verdünnung der konzentrierten Lauge auf 24%; mit dieser Konzentration wird bei der Pelletierung vorwiegend gearbeitet.

Obwohl der VEB Chemiekombinat Bitterfeld als Herstellerbetrieb ab Anfang 1977 im begrenzten Umfang in der Lage ist, Lauge zu verdünnen und an die Verbraucher auszuliefern, wird die Verdünnung weitestgehend im Bereich der Landwirtschaft, vorwiegend in den agrochemischen Zentren (ACZ), zu realisieren sein.

Die beim Hersteller verdünnte Lauge wird folglich an solche Pelletieranlagen ausgeliefert, in deren Nähe keine Verdünnungsmöglichkeiten in ACZ bestehen.

Der Umschlag der Lauge im Bereich der Landwirtschaft erfordert bei Temperaturen unter 8°C das Aufwärmen der Eisenbahntankwagen. Am effektivsten ist dafür Dampf einzusetzen, der aber nicht überall zur Ver-

fügung steht. Deshalb sind örtliche Reserven zu erschließen, d. h. Betriebe mit Heißdampfanschlüssen zu nutzen, wie Zuckerfabriken, Straßenbaukombinate u. a. Der aufgeheizte Tankwagen wird an den Lagerbereich gefahren. Hier bestehen im wesentlichen zwei Varianten der weiteren Behandlung der Lauge:

- Einlagerung von 48%iger Lauge in einem oder in mehreren Lagerbehältern mit einem Fassungsvermögen von 10 bis 50 m^3 (vorzugsweise in ACZ);
- Abgabe von 48%iger — oder nach Verdünnung — von 24%iger Natronlauge
- Verdünnen bzw. Lagern von 24%iger Lauge in möglichst großen Behältern bis 50 m^3 Fassungsvermögen (vorzugsweise in Trockenwerken und Pelletieranlagen).

Bei der ersten Variante werden die Lagerbehälter und alle Aggregate und Leitungen, die 48%ige Lauge sowie Wasser führen, in einer Gebäudehülle untergebracht. Die Raumtemperatur muß 12 bis 15°C betragen. Die Lauge gelangt über einen flexiblen Schlauch vom Tankwagen zur Pumpe. Der Durchsatz von 10 bis $30\text{ m}^3/\text{h}$ garantiert das rasche Entleeren des Tankwagens. Das Verdünnen erfolgt in einem stationären Behälter ($V \approx 20 \dots 30\text{ m}^3$) oder in mobilen Transportbehältern unter Beachtung der Dichteunterschiede von Wasser und Natronlauge (Tafel 1).

Zur intensiven Durchmischung sind in beiden Fällen Umwälzpumpen zu benutzen, wobei der Mischeffekt durch Spindeln (Dichte von

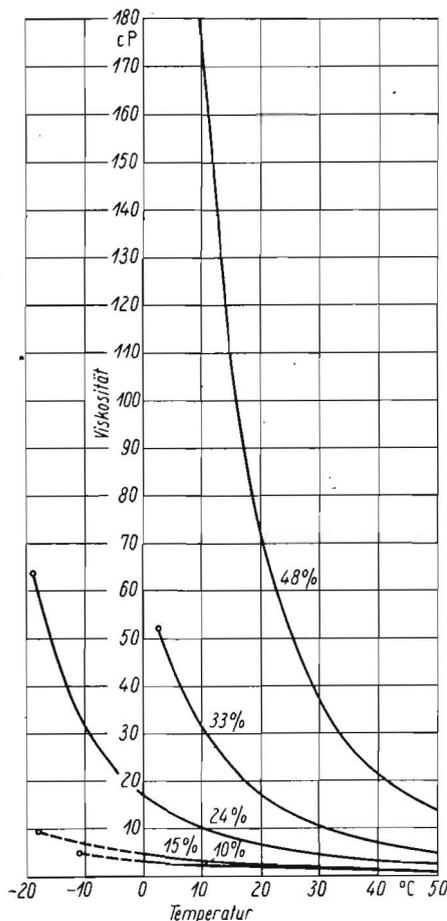


Bild 1. Viskosität von Natronlauge in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedenen Konzentrationen

24%iger Lauge 1,27 kg/l) kontrolliert wird. Am Trockenwerk wird die 24%ige Lauge in Vorratsbehälter mit einem Fassungsvermögen von 4 bis 10 m³ abgefüllt.

Nach der zweiten Variante sollte wie folgt verfahren werden: Wird am Trocken- oder Pelletierwerk verdünnt, muß der Bereich mit Rohrleitungen, in denen 48%ige Lauge, Wasser und noch nicht völlig homogenisierte, verdünnte Lauge fließen, von einem Gebäude umgeben werden, oder diese Leitungen sind mit einer Begleitheizung und Wärmeisolation zu versehen (Bild 2). Für das Zusammenführen bestehen mehrere Möglichkeiten:

- In der Rohrleitung nach der Pumpe
- gleichzeitig im Behälter
- Aufgabe der Lauge auf eine Vorlage von Wasser oder bereits verdünnter Lauge im Behälter.

Zum Entleeren des Tankwagens ist ebenso wie bei der ersten Variante eine Pumpe zu installieren. Das Umwälzen und die eventuelle Befüllung von mobilen Transportbehältern wird durch eine Tauchpumpe, z. B. Typ DV 80/240 (Pumpenwerk Taucha), gewährleistet.

Wird von vornherein 24%ige Lauge angeliefert und eingelagert, vereinfacht sich das System beträchtlich. Dann muß lediglich die Spülleitung gegen Einfrieren gesichert werden. Die Abfüllpumpe entleert den mobilen Transportbehälter in die in einer Grube stehenden Vorratsbehälter.

Durch eine Schwimmerendschaltung muß das Überfüllen bzw. Überlaufen dieser Behälter verhindert werden.

Unter der Einwirkung von Natronlauge entstehen in der Lösung kalkhaltige Niederschläge, die von Zeit zu Zeit über ein Ventil aus den leicht schräg aufzustellenden Behältern ab-

zulassen sind. Das Ansaugrohr für die Entnahmepumpe muß 20 bis 30 cm über dem Behälterboden liegen. Der dadurch entstehende Volumenverlust ist bei der Kapazitätsbestimmung des Behälters zu berücksichtigen.

Bei der Dosierung und Applikation der Natronlauge ist die zur Verfügung stehende Flüssigkeitsmenge als Aufschlußmittel so effektiv wie möglich zu nutzen. Bei der in den „Vorläufigen Empfehlungen...“ [2] angegebenen Optimaldosis von 6 l 24%iger Natronlauge je 100 kg Pellets ist nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse die Aufschlußwirkung je kg eingesetzter Lauge am größten. Abweichungen von diesem Sollwert machen sich negativ bemerkbar. Liegt die angewendete Natronlauge dosis wesentlich über der o. g. Dosis, so sinkt die Futteraufnahme, und die Tiere werden mit Natrium überlastet. Andererseits erhöhen größere Natronlauge-mengen den Wassergehalt der Pellets so stark, daß ihre Lagerfähigkeit nicht mehr gesichert ist. Davon ausgehend ist der Dosier- und Applikationsvorgang so zu gestalten, daß für einen optimalen Strohaufschluß eine gute Benetzung der Strohteile erreicht wird. Verschiedene Varianten zur optimalen Anlagerung von Natronlauge an das Stroh werden gegenwärtig untersucht, so z. B. das intensive Vermischen der Lauge und des Strohs in Mischeinrichtungen vor der Presse oder die Zugabe über Düsen zum Versprühen der Lauge.

Eine Exaktdosierung der Lauge wird nur mit Dosierkolbenpumpen erreicht (Bild 2, Variante I). Für den genannten Durchsatzbereich ist die Anwendung der Pumpe PAE 64-36... 50 zu empfehlen. Mit der Dosierung des Aufschlußmittels Natronlauge wird ein Stoffstrom im Produktionsprozeß konstant gehalten. Der Stoffstrom der Feststoffe (Stroh- und Konzentratkomponenten) wird zur Zeit noch nicht zufriedenstellend dosiert. Die Anwendung von Lauge dosierpumpen hat jedoch zur Folge, daß starke Abweichungen von den Sollwerten der Stoffströme sich nicht verstärken, sondern insgesamt die Schwankungen des Natriumgehalts in den Pellets gemindert werden.

Wie aus Bild 2 hervorgeht, saugen die Dosierpumpen aus einer gemeinsamen, ausreichend dimensionierten Saugleitung NW 100, die wiederum mit den Vorratsbehältern verbunden ist, die Lauge an. Je Presse wird eine Dosierpumpe installiert, die die Lauge zu den Düsen fördert.

In jeder Druckleitung ist ein Sicherheitsventil

	Verdünnen von 1000 kg konzentrierter Lauge		Herstellen von 1000 kg verdünnter Lauge	
	1000 kg konzentrierter Lauge	1000 l konzentrierter Lauge	500 kg verdünnter Lauge	1000 l verdünnter Lauge
Herstellung von 24%iger Lauge aus 48%iger Lauge				
Mischungskomponenten				
48%ige Lauge	1000 kg	1000 l	500 kg	421 l
Wasser	1000 kg	1510 l	500 kg	635 l
resultierende Mischung				
Masse	2000 kg	3020 kg	1000 kg	1270 kg
Volumen	1575 l	2378 l	787 l	1000 l

Tafel I
Mischungsverhältnisse und resultierendes Lösungsvolumen beim Verdünnen von Natronlauge

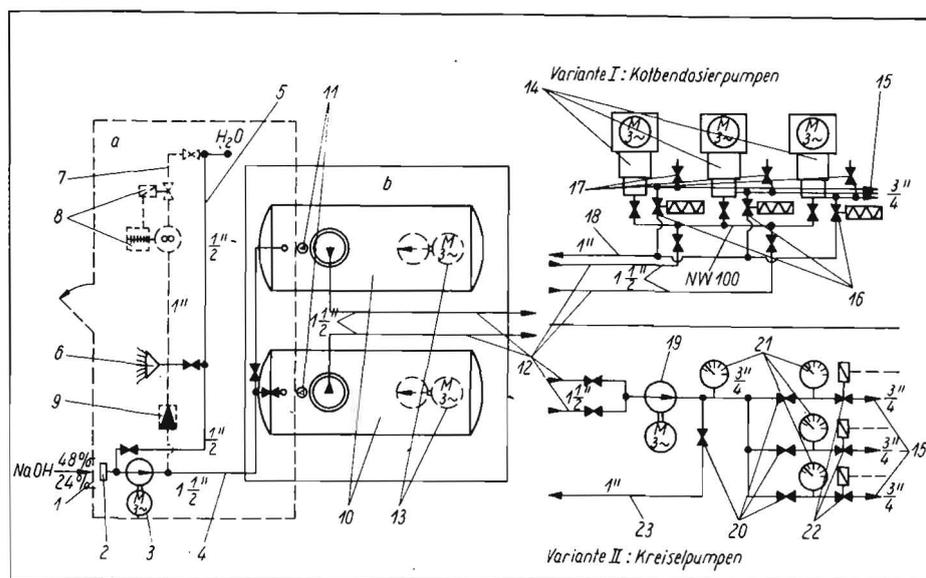


Bild 2. Einrichtungen für Umschlag, Mischen, Lagern, Dosieren und Applizieren von Natronlauge für die Pelletierung in Trockenwerken; **Bauliche Anlagen**

a Einhausung (nur beim Verdünnen von 48%iger Lauge), b Grube für Lagerbehälter **Aufzustellende Maschinen und Anlagen**

Bereich Umschlag, Mischen und Lagern

- 1 Klappe für Natronlauge-schlauch, 2 Verschlusskappe, 3 Abfüllpumpe, 4 Abfüllleitung, 5 Spülleitung, 6 Notdusche, 7 Wasserleitung, 8 Wälzkolbenmeßwerk mit Magnetventil, 9 Rückschlagventil, 10 Lagerbehälter, 11 Füllstandsmeßeinrichtung, 12 Laugesaugleitung, 13 Umwälzpumpe — 8, 9 und 13 nur beim Verdünnen

Bereich Dosieren und Applizieren, Variante I

- 14 Dosierpumpe PAE 64, 15 Lauge druckleitungen zu den Pressen, 16 Sicherheitsventile, 17 Entleerungsventile, 18 Sammelleitung der Überdruckventile

Bereich Dosieren und Applizieren, Variante II

- 19 Kreiselpumpe, 20 Drosselventile, 21 Druckmanometer, 22 Magnetventile, 23 Rücklaufleitung

in geschlossener Bauweise einzubauen, das bei unzulässigen Druckerhöhungen (Düsenverstopfungen) anspricht, wobei die Lauge über eine gesonderte Leitung zum Vorratsbehälter zurückfließt.

Variante II (Bild 2) basiert auf Kreiselpumpen, die als Förderorgan wirken. Diese Lösung stellt infolge der Inkonzanz des Durchsatzes bei Viskositäts- und Druckänderungen keine Alternative zu Dosierpumpen dar. Erhebliche Abweichungen im Förderstrom der Kreiselpumpen sind zu verzeichnen. Die Durchsatzregelung muß von Hand durch Verstellen der Ventile vorgenommen werden. Gegenwärtig besteht der Trend, daß die Trockenwerke eine Umstellung von Kiesel- auf Dosierpumpen vornehmen.

Als Düsen werden Flachstrahldüsen BbN 44014, Größe 400 und 600, empfohlen. Verunreinigungen der Düsen sind durch Siebe zurückzuhalten. Diese Siebe werden über Spülleitungen mit Wasser gereinigt.

Unter Berücksichtigung der Technologie und der technischen Ausrüstung der Trockenwerke und Pelletieranlagen wird als günstiger Zugabeort für die Natronlauge die Mischschnecke vor den Pressen angesehen. Dabei sollten Stroh und Lauge möglichst am Anfang

der Schnecke zusammengeführt werden, um zu gewährleisten, daß

- die Natronlauge möglichst vollständig auf das Stroh appliziert wird
- die Lauge gleichmäßig auf der Oberfläche der Strohteilchen angelagert wird
- die Verweilzeit und damit ein Teil der Aufschlußzeit groß ist.

Zu diesem Problem werden z. Z. noch Untersuchungen durchgeführt (z. B. im Trockenwerk Grimma), weil hierbei noch erhebliche Reserven hinsichtlich des erforderlichen Natronlaugezusatzes, des Aufschlußeffekts, der Pelletqualität und der homogenen Verteilung der Lauge in den Pellets vorhanden sind.

Der Verbrauch von Natronlauge ist durch Messen nach jeder Schicht zu kontrollieren. Weiterhin werden die verbrauchte Menge an Stroh und anderen Komponenten sowie die produzierte Pelletmasse unter Berücksichtigung der Feuchtigkeit bestimmt. Diese Werte werden ins Verhältnis gesetzt und müssen der vorgegebenen Rezeptur möglichst nahekommen. Notwendige Veränderungen sind bereits vor der nächsten Schicht vorzunehmen.

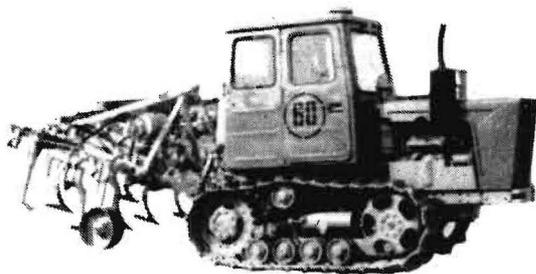
Über die Anforderungen des Arbeits-, Brand- und Umweltschutzes ist schon ausführlich berichtet worden [1]. Hingewiesen wird aber

noch einmal darauf, daß die Leitungen der ACZ, Trockenwerke und Pelletieranlagen Arbeitsschutzinstruktionen zu erarbeiten und durchzusetzen haben. Weiterhin ist grundsätzlich zu beachten, daß die Anlagen und Geräte zur Verarbeitung von Natronlauge von den zuständigen örtlichen Arbeitsschutzinspektionen abgenommen werden müssen.

Literatur

- [1] Wartenberg, G.: Hinweise zum Umgang mit Ätzlaugen in der Trockenfutterproduktion. agrartechnik 27 (1977) H. 3, S. 131—133.
- [2] Vorläufige Empfehlungen für die Trocknungs- und Pelletieranlagen zur Strohpelletierung mit Natronlauge. AdL der DDR, Broschüre, Februar 1977. A 1697

- 1) Überarbeitete Fassung eines Vortrags anlässlich der wissenschaftlich-technischen Tagung des Fachausschusses Trockenfutterproduktion der KDT am 23. und 24. März 1977 in Markkleeberg



Flächenleistung:

UNLM-2,0	0,3...0,9 ha/h
UNLM-3,5	0,5...1,4 ha/h

Die Bedienung erfolgt durch den Traktorenisten:

Universalmaschinen UNLM-2,0 und UNLM-3,5

mit Arbeitsbreiten von 2,0 m und 3,5 m sind hochproduktive Maschinen, die für die komplexe Bodenbearbeitung und für die Düngung in Weinbergen und in anderen buschartigen Kulturen mit einer Reihenbreite über 1,5 m eingesetzt werden können. Als Zugmittel eignen sich Traktoren der 14-kN-Klasse. Die Geräte werden durch ein Hydrauliksystem komplettiert.

Exporteur:

Agromachinaimpex

SOFIA/VR BULGARIEN, AKSAKOV-STRASSE 5
Tel.: 88 53 25 Fernschreiber: 022 563

Zusätzliche Informationen erhalten Sie von der Berliner Vertretung des GTP AGROMACHINAIMPEX bei der Handelsvertretung der VR Bulgarien in der DDR, 108 Berlin, Friedrichstr. 62, Telefon 200 03 21