

Normzahlen und Normzahlreihen

Einführung

DIN
323
 Blatt 2

Preferred numbers and series of preferred numbers; introduction
 Nombres normaux et séries de nombres normaux; introduction

Zusammenhang mit den von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Normen
 ISO 3 — 1973, ISO 17 — 1973 und ISO 497 — 1973 siehe Abschnitt 1.

Die in dieser Norm aufgeführten Hinweise auf DIN 323 Blatt 1 beziehen sich auf die Ausgabe August 1974.

Frühere Ausgaben:
 DIN 323: 1.22, 7.33
 DIN 323 Blatt 2: 10.39, 8.59

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin, gestattet.

Änderung November 1974:
 Titel geändert. Inhalt unter Berücksichtigung der
 internationalen Normen ISO 3 — 1973, ISO 17 —
 1973 und ISO 497 — 1973 vollständig überarbeitet.

		Inhalt	
	Seite		Seite
1. Entstehung und Geschichte, Kurzzeichen	2	3.7. Anpassung bestehender Normen an die NZ	8
2. Zweck, Aufbau, Begriffe	3	3.8. Geometrische Ähnlichkeit	8
2.1. Zweck	3	3.9. Mechanische Ähnlichkeit	8
2.2. Aufbau	3	4. Rechnen mit Normzahlen	8
2.3. Arten der Werte	3	4.1. Verfahren und Hilfsmittel	8
2.3.1. Theoretische Werte	3	4.2. Genauigkeit der Normzahlrechnung	9
2.3.2. Genauwerte	3	4.3. Multiplizieren und Dividieren	9
2.3.3. Hauptwerte	3	4.3.1. Kopfrechnen	9
2.3.4. Rundwerte	3	4.3.2. Rechnen mit Zehnerlogarithmen (Mantissen plus Kennzahlen)	9
2.3.5. Naheliegende Werte	3	4.3.3. Rechnen mit Ordnungsnummern	9
2.4. Arten der Reihen	4	4.3.4. Abzählen in den Grundreihen	10
2.5. Vollständige Reihen	4	4.3.5. Tabellarisches Rechnen	10
2.5.1. Begriff	4	4.3.6. Graphisches Rechnen	10
2.5.2. Kurzzeichen für die vollständigen Reihen	4	4.4. Potenzieren und Radizieren	10
2.5.3. Stufensprünge der Grundreihen	4	4.4.1. Radizieren mit Zehnerlogarithmen (Mantissen plus Kennzahlen)	10
2.5.4. Ordnungsnummern	4	4.4.2. Radizieren mit Ordnungsnummern	10
2.6. Auswahlreihen	5	4.4.3. Tabellarisches Rechnen	11
2.7. Abgeleitete Reihen	5	4.4.4. Graphisches Rechnen	11
2.7.1. Begriff	5	4.5. Addieren und Subtrahieren	11
2.7.2. Kurzzeichen für die abgeleiteten Reihen	5	4.6. Reihen aus Produkten, Quotienten, Summen und Differenzen von NZ	11
2.7.3. Stufensprünge der abgeleiteten Reihen	5	4.7. Graphische Darstellung und graphi- sches Rechnen	12
2.7.4. Beispiele für Stufensprünge	5	4.7.1. Vorteile der logarithmischen Darstel- lung	12
2.8. Rundwertreihen	5	4.7.2. Einige Regeln für das graphische Rechnen mit NZ	15
2.9. Abgewandelte Reihen	6	4.7.3. Darstellung von NZ-Reihen	16
2.9.1. Zusammengesetzte Reihen	6	4.7.4. Darstellung von Größenreihen mit NZ	17
2.9.2. Gruppengeometrische Reihen	6	4.7.5. Netztafeln mit NZ	19
3. Richtlinien und Beispiele für die Anwendung der Normzahlen	6	5. Zusammenfassung: Vorzüge der NZ	20
3.1. Allgemeine Richtlinien	6	Anhang:	
3.2. Wahl des Stufensprunges	7	Resolution 14 des ISO-Rates, Genf 1956	
3.3. Anwendung abgeleiteter Reihen	7	deutsche Fassung	22
3.4. Wechsel des Stufensprunges	7	englische Fassung	22
3.5. Kenngrößen	8	Schrifttum (Bücher, Aufsätze)	23
3.6. Nenngrößen	8		

Fortsetzung Seite 2 bis 23

Ausschuß Normzahlen im Deutschen Normenausschuß (DNA)

1. Entstehung und Geschichte, Kurzzeichen

Normzahlen (NZ) und NZ-Reihen gehen auf den französischen Obersten Charles Renard zurück, der um 1877 die Abmessungen von Tauwerk für Fesselballons aus Rationalisierungsgründen geometrisch gestuft hat. Er hatte erkannt, daß geometrisch gestufte Taugrößen den Gesamtbereich der zu erwartenden Bedarfsfälle vollständig, gleichmäßig und dabei sparsam überdecken würden. Er konnte so Taue ohne nähere Kenntnis des späteren Einzelfalles auf Vorrat beschaffen und dabei sicher sein, einerseits die Bedürfnisse in ihrer Gesamtheit technisch optimal zu befriedigen und andererseits kein wirtschaftliches Risiko einzugehen.

Unter den geometrischen Reihen wählte er solche aus, die beim Fortschreiten in der Reihe um fünf Glieder auf das Zehnfache des Ausgangswertes führen (dezimalgeometrische Reihen). Mit a als Ausgangswert folgte die Beziehung $a \cdot q^5 = 10a$ und daraus der sog. Stufensprung (Verhältnis eines Gliedes zum vorhergehenden) $q = \sqrt[5]{10} \approx 1,6$.

Schließlich bestimmte er die Zahl 1 zum Glied der Reihe und erhielt — mit leichten Rundungen, vgl. Abschnitt 4.2, Genauigkeit der Normzahlrechnung — die fünfstufige Reihe

$$\begin{array}{cccccc} 1,00 & 1,60 & 2,50 & 4,00 & 6,30 & 10,00 \\ = q^0 & = q^1 & = q^2 & = q^3 & = q^4 & = q^5, \end{array}$$

die heute als R 5 (R nach Renard, 5 nach der Stufenzahl im Dezimalbereich) bekannt ist.

Aus der Reihe R 5 wurden die feiner gestuften Reihen R 10, R 20 und R 40 gebildet mit 10, 20 und 40 Stufen

im Dezimalbereich und den Stufensprüngen $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$ und $\sqrt[40]{10}$. Die Glieder der gröberen Reihen sind auch in den feineren enthalten.

Die ersten Normen auf dieser Grundlage entstanden in Deutschland 1920 und in Frankreich 1921. Die Niederlande schlugen eine Abgleichung der beiden etwas verschiedenen Dokumente vor. Auf der ISA-Sitzung 1932 in Mailand kam es zur Errichtung des ISA-Komitees 32, dessen Sekretariat Frankreich übernahm. Auf einer Sitzung dieses Komitees im Jahre 1934 in Stockholm wurde der vorgelegte Entwurf angenommen; er führte 1935 zum ISA-Bulletin 11, Normzahlen.

Seit dem zweiten Weltkrieg werden die Arbeiten im Technischen Komitee ISO/TC 19 Normzahlen fortgesetzt, dessen Sekretariat ebenfalls Frankreich hat. Dieses Komitee schlug auf seiner ersten Sitzung 1949 in Paris die Übernahme der Normzahlen durch die ISO auf der Basis des ISA-Bulletins vor. Nachdem der Entwurf 1952 in New York und 1953 in Den Haag durch Aufnahme der Reihe R 80 vervollständigt und in Einzelheiten verbessert worden war, wurde er 1953 als ISO-Empfehlung R 3, Normzahlen und Normzahlreihen, angenommen. Diese ISO-Empfehlung wurde 1973 in die internationale Norm ISO 3 umgewandelt ¹⁾.

Für die Anwendung der NZ und der NZ-Reihen in anderen ISO-Komitees erschien die Herausgabe einer Gebrauchsanweisung als zweckmäßig. Diese, ab 1949 von ISO/TC 19 erarbeitet, erschien 1956 als ISO-Empfehlung R 17, Anleitung zum Gebrauch der Normzahlen und Normzahlreihen. Sie wurde 1966 durch die ISO-Empfehlung R 497, Anleitung für die Wahl von Normzahlen und von Reihen mit stärker gerundeten Normzahlen, die sich auf die Verwendung von Rundwerten und Rundwertreihen bezieht, ergänzt. Auch diese beiden ISO-Empfehlungen wurden 1973 in die internationale Normen ISO 17 ²⁾ und ISO 497 ³⁾ umgewandelt.

Die NZ sind in viele nationale Normenwerke und in Werknormen übernommen und zahlreichen Einzelnormen zugrunde gelegt worden. Darüber hinaus werden sie auf den verschiedensten Gebieten auch außerhalb der Normung, z. B. bei Berechnungen, in der Konstruktion, bei der Planung rationeller Investitionen, bei Versuchen und bei Entwicklungsarbeiten vorteilhaft angewendet.

Der Rat der ISO hat sich auf seiner Sitzung vom 16. bis 20. Juli 1956 mit Fragen der Anwendung von NZ bei der Aufstellung von ISO-Normen befaßt und durch Bestätigung der Arbeitsergebnisse der STACO (Standing Committee for the Study of Principles of Standardization) den Technischen Komitees der ISO empfohlen, die NZ zu verwenden, siehe Anhang: Council Resolution 14, Genf 1956, auf Seite 22.

Anmerkung: In den vorliegenden Neuausgaben von DIN 323 Blatt 1 und Blatt 2 sind die wesentlichen Inhalte der internationalen Normen ISO 3 — 1973, ISO 17 — 1973 und ISO 497 — 1973 berücksichtigt und durch Erfahrungen erweitert worden, die bei der Anwendung der früheren Ausgaben der Norm gemacht wurden. Die Norm DIN 3, Normmaße, deren Inhalt in DIN 323 Blatt 1 aufgegangen ist, wurde zurückgezogen.

Kurzzeichen

n	Normzahl
N	Ordnungsnummer der Normzahl n in der Reihe R 40; $N = N_{40}$
N_r	Gliednummer der Normzahl n in der Reihe R _r
p	Steigung der abgeleiteten Reihe R _r /p (Anzahl der in der Grundreihe R _r zurückzulegenden Stufen, um von einem Glied der abgeleiteten Reihe R _r /p zum nächsten zu gelangen)
q	Stufensprung (Verhältnis des Gliedes einer Reihe zum vorhergehenden)
q_r	Stufensprung der Grundreihe R _r ; $q_r = \sqrt[r]{10}$ ($q_5 = 1,60$, $q_{10} = 1,25$, $q_{20} = 1,12$, $q_{40} = 1,06$; analog $q_{80} = 1,03$)
$q_{r/p}$	Stufensprung der abgeleiteten Reihe R _r /p; $q_{r/p} = \sqrt[r/p]{10} = q_r^p$
r	Anzahl der Stufen je Dezimalbereich der Grundreihe R _r ; $r = 5, 10, 20, 40$; analog $r = 80$
r/p	Anzahl der Stufen je Dezimalbereich der abgeleiteten Reihe R _r /p (z. B. Reihe R 10/3: $r/p = 10/3 = 3,33$ Stufen je Dezimalbereich d. h. 10 Stufen über drei Dezimalbereiche)

1) Die internationale Norm ISO 3 — 1973 ist in englischer und französischer Fassung unter folgenden Titeln veröffentlicht:

E: Preferred numbers. Series of preferred numbers.
F: Nombres normaux. Séries de nombres normaux.

2) Die internationale Norm ISO 17 — 1973 ist in englischer und französischer Fassung unter folgenden Titeln veröffentlicht:

E: Guide to the use of preferred numbers and of series of preferred numbers.
F: Guide pour l'emploi des nombres normaux et des séries de nombres normaux.

3) Die internationale Norm ISO 497 — 1973 ist in englischer und französischer Fassung unter folgenden Titeln veröffentlicht:

E: Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers.
F: Guide pour le choix des séries de nombres normaux et des séries comportant des valeurs plus arrondies de nombres normaux.

- R Reihe
- Ra abgewandelte Reihe (z. B. zusammengesetzte Reihe, gruppengeometrische Reihe)
- Rm abgeleitete Reihe mit m Stufen je Dezimalbereich (Schreibweise zulässig, wenn $r/p = m$ ganzzahlig und die Zahl 1 in der Reihe enthalten ist; z. B. R 20/5 = R 4)
- Rr Grundreihe (vollständige Hauptwertreihe) mit r Stufen je Dezimalbereich
- R'r vollständige Rundwertreihe mit schwächer gerundeten Werten und r Stufen je Dezimalbereich
- R''r vollständige Rundwertreihe mit stärker gerundeten Werten und r Stufen je Dezimalbereich
- Die in den Beispielen angewendeten Formelzeichen entsprechen denen der jeweiligen Fachgebiete.

2. Zweck, Aufbau, Begriffe

2.1. Zweck

Normzahlen (NZ) sind Vorzugszahlen für die Wahl und insbesondere für die Stufung von Größen beliebiger Art, auch außerhalb der Normung, mit dem Ziel, die praktisch zu verwendende Zahlenmenge auf das notwendige Minimum zu beschränken und die Voraussetzung dafür zu schaffen, daß an verschiedenen Stellen gleiche Größen bevorzugt werden. Zahlreiche Vorteile befähigen die NZ zur Erfüllung ihrer vielfältigen Aufgaben (siehe Abschnitt 3, Richtlinien und Beispiele für die Anwendung der NZ, ferner Abschnitt 4, Rechnen mit NZ, und schließlich Abschnitt 5, Zusammenfassung: Vorzüge der NZ).

2.2. Aufbau

NZ sind gerundete Glieder geometrischer Reihen, die die ganzzahligen Potenzen von 10 (... 0,1, 1, 10, 100 ...) enthalten. Die Reihen werden mit dem Buchstaben R und nachfolgenden Ziffern bezeichnet, die die Anzahl der Stufen je Dezimalbereich (... 0,1 ... 1, 1 ... 10, 10 ... 100, ...) angeben. (Näheres darüber siehe Abschnitt 2.5.2, Kurzzeichen für die vollständigen Reihen, Abschnitt 2.7.2, Kurzzeichen für die abgeleiteten Reihen.)

Das Verhältnis eines Gliedes zum vorhergehenden heißt Stufensprung. (Einzelheiten darüber siehe Abschnitt 2.5.3, Stufensprünge der Grundreihen, und Abschnitt 2.7.3, Stufensprünge der abgeleiteten Reihen.) Der Stufensprung — und damit der prozentuale Zuwachs von Glied zu Glied — ist innerhalb einer Reihe konstant (bei Rundwertreihen angenähert konstant), von Reihe zu Reihe aber verschieden. Stufensprünge sind

$$\text{Reihe R 5: } q_5 = \sqrt[5]{10} = 1,60$$

$$\text{Reihe R 10: } q_{10} = \sqrt[10]{10} = 1,25$$

$$\text{Reihe R 20: } q_{20} = \sqrt[20]{10} = 1,12$$

$$\text{Reihe R 40: } q_{40} = \sqrt[40]{10} = 1,06$$

$$\text{Ausnahmereihe R 80: } q_{80} = \sqrt[80]{10} = 1,03$$

Anmerkung: Über die Bedeutung des Gleichheitszeichens bei Rechnungen mit NZ siehe Abschnitt 4.2 Genauigkeit der NZ-Rechnung.

Die NZ-Reihen sind als unendliche Reihen in beiden Richtungen unbegrenzt. Praktisch werden jedoch nur begrenzte Abschnitte (endliche Reihen) verwendet. Die Tabellen 1 bis 3 in DIN 323 Blatt 1 enthalten nur die NZ für den Dezimalbereich von 1 bis 10. Die NZ für die Dezimalbereiche unter 1 und über 10 ergeben sich durch Verschieben des Kommas.

2.3. Arten der Werte

Hinsichtlich der Genauigkeit unterscheidet man bei den NZ fünf Arten:

Theoretische Werte
Genauwerte
Hauptwerte
Rundwerte
Naheliegende Werte

2.3.1. Theoretische Werte

Gemäß Abschnitt 2.2 sind die theoretischen Werte der NZ dargestellt durch die Exponentialausdrücke

$$n = \left(\sqrt[5]{10}\right)^{N_r}; \quad n = \left(\sqrt[10]{10}\right)^{N_r} \text{ usw.}$$

allgemein $n = q_r^{N_r}$ (siehe Abschnitt 2.5.3) mit N_r als ganzzahligem Exponenten (Gliederzahl; für R 40 ist $N_r = N_{40}$ N = Ordnungsnummer, siehe Abschnitt 2.5.4).

Sie sind also irrationale Zahlen (unendliche Dezimalbrüche), die für die praktische Verwendung ausscheiden.

2.3.2. Genauwerte

Die auf 5 Stellen genauen Werte der NZ werden als Genauwerte (DIN 323 Blatt 1, Tabelle 1) bezeichnet. Im allgemeinen werden Genauwerte nicht benutzt, Ausnahmen siehe Abschnitt 3.8.

2.3.3. Hauptwerte

Für den gewöhnlichen Gebrauch dienen die etwas gerundeten und aus drei kennzeichnenden Ziffern (einschließlich 0) bestehenden Hauptwerte, die eigentlichen NZ (DIN 323 Blatt 1, Tabelle 1). Sie unterscheiden sich von den Genauwerten um höchstens + 1,26 % und - 1,01 %. Die Schreibweise der Normzahlen ohne Endnullen ist international ebenfalls gebräuchlich.

2.3.4. Rundwerte

Rundwerte im Sinne dieses Normblattes sind Werte, die in der Nähe von Hauptwerten liegen, aus diesen durch weitere Rundung entstanden und in DIN 323 Blatt 1, Tabelle 3, neben den entsprechenden Hauptwerten aufgeführt sind. Sie stehen nur für solche Fälle zur Verfügung, in denen die Hauptwerte selbst aus zwingenden Gründen nicht anwendbar sind; Einzelheiten darüber siehe Abschnitt 2.8, Rundwertreihen.

2.3.5. Naheliegende Werte

Unter naheliegenden Werten sollen mathematische, physikalische usw. Zahlenwerte verstanden werden, die zwar keine NZ sind, aber so nahe bei NZ liegen, daß sie in Rechnungen und dgl. durch diese vertreten werden können, wie

$$\pi = 3,14159 \dots \text{ durch } 3,15$$

$$2\pi = 6,28318 \dots \text{ durch } 6,30$$

$$\pi/4 = 0,785 \dots \text{ durch } 0,800$$

$$\pi^2 = 9,8696 \dots \text{ durch } 10,0$$

$$\sqrt{10} = 3,1623 \dots \text{ durch } 3,15$$

$$\sqrt[3]{2} = 1,2599 \dots \text{ durch } 1,25$$

$$\sqrt{2} = 1,4142 \dots \text{ durch } 1,40$$

$$\begin{array}{l} 0,618 \dots \text{ durch } 0,630 \\ 1,618 \dots \text{ durch } 1,60 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{Teilungsverhältnisse des} \\ \text{„Goldenen Schnittes“} \end{array} \right\}$$

$$\frac{g}{m \cdot s^{-2}} = 9,8066 \dots \text{ durch } 10,0 \quad \text{Fallbeschleunigung}$$

$$\frac{mm}{Inch} = 25,4 \dots \text{ durch } 25,0 \quad \text{Umrechnungsfaktor für Näherungsrechnungen}$$



Documents

Document Sharing Hub

2.4. Arten der Reihen

Man kann die NZ-Reihen einteilen

- nach der Anzahl der Stufen je Dezimalbereich, z. B. in die Reihen R 5 bis R 80 (siehe Abschnitt 2.2, Aufbau, und Abschnitt 2.7, Abgeleitete Reihen)
- nach dem Ausnutzungsgrad in vollständige und Auswahlreihen (siehe Abschnitt 2.5, Vollständige Reihen, Abschnitt 2.6, Auswahlreihen, und Abschnitt 2.7, Abgeleitete Reihen)
- nach der Genauigkeit der Werte in theoretische Reihen, Genauwert-, Hauptwert- und Rundwertreihen (siehe Abschnitt 2.3, Arten der Werte, und Abschnitt 2.8, Rundwertreihen)
- nach der Konstanz des Stufensprunges in einheitliche Reihen (dies sind die vollständigen und abgeleiteten Reihen; auch die Rundwertreihen sollen trotz größerer Abweichungen vom Sollwert des Stufensprunges dazu gerechnet werden) und zusammengesetzte Reihen, siehe Abschnitt 2.5, Vollständige Reihen, Abschnitt 2.6, Auswahlreihen, Abschnitt 2.7, Abgeleitete Reihen, Abschnitt 2.8, Rundwertreihen, Abschnitt 2.9, Abgewandelte Reihen, und Abschnitt 3.4, Wechsel des Stufensprunges.

Die einzelne Reihe gehört mehreren dieser Kategorien an. Sie kann daher je nach Bedarf in verschiedener Weise durch die Merkmale der Kategorien oder durch eine Kombination solcher Merkmale definiert werden (siehe z. B. Abschnitt 2.6, Auswahlreihen, und Abschnitt 2.9, Abgewandelte Reihen).

2.5. Vollständige Reihen

2.5.1. Begriff

Vollständige Reihen sind die in DIN 323 Blatt 1, Tabellen 1 bis 3, aufgeführten Reihen der Genauwerte, der Hauptwerte und der Rundwerte, ferner die Reihe der theoretischen Werte mit dem allgemeinen Glied $n = q_r^{Nr}$ gemäß Abschnitt 2.3.1, Theoretische Werte.

Die vollständigen Reihen der Hauptwerte (der eigentlichen NZ) werden kurz „Grundreihen“ genannt, siehe DIN 323 Blatt 1, Tabelle 1.

2.5.2. Kurzzeichen für die vollständigen Reihen

Die vollständigen Reihen werden allgemein mit R_r bzw. $R'r$ und $R''r$ bezeichnet, wobei r die Anzahl der Stufen je Dezimalbereich bedeutet (z. B. Grundreihe R 10, Rundwertreihen R' 40, R'' 5).

2.5.3. Stufensprünge der Grundreihen

Die Stufensprünge q_r (Stufensprung = Verhältnis eines Gliedes der Reihe zum vorhergehenden) der Grundreihen sind gemäß Abschnitt 2.2:

$$q_5 = \sqrt[5]{10} = 1,60 \quad q_{10} = \sqrt[10]{10} = 1,25$$

$$q_{20} = \sqrt[20]{10} = 1,12 \quad q_{40} = \sqrt[40]{10} = 1,06$$

$$\text{oder } q_5 = q_{40}^8 \quad q_{10} = q_{40}^4 \quad q_{20} = q_{40}^2$$

Der Stufensprung der Ausnahmereihe R 80 ist

$$q_{80} = \sqrt[80]{10} = 1,03 = \sqrt{q_{40}}$$

Die Stufensprünge q_5 bis q_{40} sind zugleich die Sollwerte der Stufensprünge der entsprechenden Rundwertreihen.

2.5.4. Ordnungsnummern

Mit $q_{40} = 1,06$, siehe Abschnitt 2.5.3, läßt sich die Reihe R 40 wie folgt entwickeln:

$$q_{40}^0 = 1,00$$

$$q_{40}^1 = 1,06$$

$$q_{40}^2 = 1,12$$

$$q_{40}^3 = 1,18$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$q_{40}^{12} = 2$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$q_{40}^{40} = 10,00$$

Wenn diese Gleichungen zur Basis q_{40} logarithmiert werden, dann ergibt sich:

$$\log_{q_{40}} 1 = 0$$

$$\log_{q_{40}} 1,06 = 1$$

$$\log_{q_{40}} 1,12 = 2$$

$$\log_{q_{40}} 1,18 = 3$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\log_{q_{40}} 2 = 12$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$\log_{q_{40}} 10 = 40$$

das heißt, die q_{40} -Logarithmen der Reihe R 40 sind die ganzen Zahlen von 0 bis 40. Sie werden „Ordnungsnummern“ genannt, mit dem Buchstaben N bezeichnet und sind in DIN 323 Blatt 1 Tabelle 1 in der 5. Spalte aufgeführt. Die Ordnungsnummern von 0 bis 40 gelten für den Dezimalbereich von 1 bis 10. Für die anschließenden Dezimalbereiche setzt sich die Ordnungsnummer entsprechend fort, indem nach oben hin je Dezimalbereich 40 hinzugezählt und nach unten je Dezimalbereich 40 abgezogen werden, vgl. DIN 323 Blatt 1.

$$N_{0,025} = 16 - 80 = -64$$

$$N_{0,25} = 16 - 40 = -24$$

$$N_{2,5} = 16$$

$$N_{25} = 16 + 40 = 56$$

$$N_{250} = 16 + 80 = 96$$

Die Reihe der Ordnungsnummern der Glieder von R 40 enthält alle ganzen Zahlen, die Reihe der Ordnungsnummern der Glieder von R 20 alle geraden Zahlen, die Reihe der Ordnungsnummern der Glieder von R 10 alle durch vier ohne Rest teilbaren Zahlen, und die Reihe der



Ordnungsnummern der Glieder von R 5 alle durch acht ohne Rest teilbaren Zahlen.

Anwendung der Ordnungsnummern zum Rechnen siehe Abschnitt 4.3.3.

2.6. Auswahlreihen

Aus den vollständigen Reihen können durch Weglassen von Gliedern Auswahlreihen gebildet werden. Die Auswahl kann so getroffen werden, daß der Stufensprung der Auswahlreihe konstant ist oder wechselt. Auswahlreihen mit konstantem Stufensprung heißen abgeleitete Reihen (siehe Abschnitt 2.7, Abgeleitete Reihen). Auswahlreihen mit wechselndem Stufensprung können als zusammengesetzte Reihe aufgefaßt werden (siehe Abschnitt 2.9, Abgewandelte Reihen, und Abschnitt 3.4, Wechsel des Stufensprungs).

2.7. Abgeleitete Reihen

2.7.1. Begriff

Abgeleitete Reihen sind solche Auswahlreihen, die durch Benutzung jedes p -ten Gliedes, z. B. jedes dritten Gliedes, einer Grundreihe R_r entstehen. Der Faktor p heißt Steigung der abgeleiteten Reihe.

2.7.2. Kurzzeichen für die abgeleiteten Reihen

Abgeleitete Reihen werden mit dem Kurzzeichen der betreffenden Grundreihe bezeichnet, dem hinter einem schrägen Bruchstrich der Zahlenwert für p folgt, also allgemein mit $R_{r/p}$. Der Quotient r/p ist die Anzahl der Stufen je Dezimalbereich. Ist r/p nicht ganzzahlig, dann enthalten aufeinanderfolgende Dezimalbereiche verschiedene NZ, also nicht solche, die durch Kommaverschiebung entstehen.

Die Bezeichnung $R_{r/p}$ ist noch mehrdeutig, da aus der Grundreihe R_r mehrere (nämlich p) abgeleitete Reihen $R_{r/p}$ entnommen werden können.

Tabelle 1.

R 10	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10
R 10/3	1			2			4			8	
R 10/3		1,25			2,5			5			10
R 10/3			1,6			3,15			6,3		

Eine solche Reihe ist aber eindeutig bestimmt, wenn man ein Glied anführt, das in ihr enthalten sein soll; z. B. bedeutet

$$R_{10/3} (\dots 2,5 \dots)$$

die Reihe

$$\dots 1,25 \quad 2,5 \quad 5 \quad 10 \dots$$

Der Zusatz kann entfallen, wenn diejenige Reihe gemeint sein soll, die die Zahl 1 enthält. So versteht man unter $R_{10/3}$ ohne weiteren Zusatz die Reihe

$$\dots \underline{1} \quad 2 \quad 4 \quad 8 \quad 16 \dots$$

Ist $r/p = m$ ganzzahlig und enthält die abgeleitete Reihe die Zahl 1, so kann man statt $R_{r/p}$ kurz R_m schreiben; z. B. bedeutet $R_{10/5} (\dots 1 \dots) = R_2$ die Reihe

$$\dots \underline{1} \quad 3,15 \quad 10 \quad 31,5 \quad 100 \dots$$

und $R_{10/10} = R_1$ die Reihe

$$\dots 1 \quad 10 \quad 100 \dots$$

Ist r/p zwar nicht ganzzahlig, aber dennoch kürzbar, dann kann die Kürzung erfolgen, solange die entstehende Reihe das vorgeschriebene Glied noch enthält. Es bedeutet z. B. $R_{10/30} = R_{1/3}$ die Reihe

$$\dots \underline{1} \quad 1000 \quad 1\,000\,000 \dots$$

$$R_{20/4} (\dots 1,6 \dots) = R_{10/2} (\dots 1,6 \dots) = R_5 (\dots 1,6 \dots) \text{ die Reihe}$$

$$\dots 1 \quad \underline{1,6} \quad 2,5 \quad 4 \dots$$

Soll dieselbe Reihe $R_{20/4}$ aber das Glied 1,8 enthalten, so darf nicht gekürzt werden, da diese Zahl in R_{10} und R_5 nicht vorkommt.

2.7.3. Stufensprünge der abgeleiteten Reihen

Die Stufensprünge der abgeleiteten Reihen werden mit $q_{r/p}$ bezeichnet.

$$q_{r/p} = q_r^p$$

z. B. für die Reihe $R_{10/3}$:

$$q_{10/3} = q_{10}^3 = \left(\sqrt[10]{10}\right)^3 = 10^{3/10} = 10^{0,3} = 1,25^3 = 2$$

Einfacher ist es, die Stufensprünge aus einer Tabelle zu bestimmen, z. B. für die abgeleiteten Reihen von R_{10} aus Tabelle 1.

2.7.4. Beispiele für Stufensprünge

Aus Grundreihen und abgeleiteten Reihen ergeben sich beispielsweise folgende Möglichkeiten für Stufensprünge:

Tabelle 2.

Stufensprung $q_r, q_{r/p}$ (Hauptwerte)	Grundreihen	Abgeleitete Reihen	Abweichung eines Wertes vom nächst niedrigeren in Prozenten des niedrigeren Wertes
10 4 2,5 2	[R 1]	R 5/3 R 10/6 R 5/2 R 10/4 R 10/3 R 20/6	900 300 150 100
1,6 1,5 1,4 1,32 1,25	R 5 R 10	R 10/2 R 20/4 (R 40/8) (R 40/7) R 20/3 (R 40/6) (R 40/5) R 20/2 (R 40/4)	60 50 40 32 25
1,18 1,12 (1,09) 1,06 (1,03)	R 20 R 40 (R 80)	(R 40/3) (R 40/2) (R 80/3) — —	18 12 9 6 3

Bemerkung:

- Die eingeklammerten Reihen und die eingeklammerten Stufensprünge sollen nach Möglichkeit vermieden werden.
- Die Reihe $R_{10/3}$ ist wichtig, wenn ein Zahlenwert das doppelte des vorhergehenden betragen soll.
- Der Sprung 1,4 der Reihe $R_{20/3}$ ist ungefähr $\sqrt{2}$; in ihr ergibt jedes 2. Glied eine Verdoppelung.

2.8. Rundwertreihen

Rundwertreihen (siehe DIN 323 Blatt 1, Tabelle 3) enthalten neben Hauptwerten auch Rundwerte (siehe Abschnitt 2.3.4, Rundwerte). Man unterscheidet Rundwertreihen mit schwächer gerundeten Werten (Reihen R'_{10} , R'_{20} , R'_{40}) und solche mit stärker gerundeten Werten (Reihen R''_5 , R''_{10} , R''_{20}). Im allgemeinen weichen Rundwerte von den Genauwerten wesentlich stärker ab als die nur leicht gerundeten Hauptwerte; Rundwert-

reihen sind deshalb unregelmäßig gestuft. Diese Fehler erschweren oder verhindern

- den Übergang zu feineren Reihen (z. B. ist der an Stelle des Hauptwertes 1,6 stehende Rundwert 1,5 höchstens in den gröberen Reihen $R'' 5$ und $R'' 10$ erträglich; in $R' 20$ und $R'' 20$ würde er das Gleichmaß der Stufung unzulässig beeinträchtigen),
- den Übergang zu abgeleiteten Reihen (siehe Abschnitt 2.7, Abgeleitete Reihen), da deren Stufung noch unregelmäßiger werden kann als die der vollständigen Rundwertreihen,
- den Übergang in andere Maßsysteme, z. B. von Inch in Millimeter, da die Wahl eines stärker gerundeten Wertes in einem Maßsystem zu einem um so unrunderen Wert im anderen Maßsystem führen würde,
- die überbetriebliche und internationale Zusammenarbeit, da die Gefahr besteht, daß an verschiedenen Stellen verschiedene Werte für denselben Zweck verwendet werden.

Die Fehler machen sich besonders stark bemerkbar, wenn höhere Potenzen der Rundwerte vorkommen; denn mit der Potenz wachsen die Ungenauigkeit der Werte und die Unregelmäßigkeit der Reihen erheblich. So führt z. B. die Ungenauigkeit einer linearen Abmessung (Durchmesser oder dgl.) von 5 % zu einem Fehler von mehr als 10 % beim Quadrieren (d. h. z. B. bei der Berechnung des Querschnittes, auch u. U. der Tragfähigkeit einer Stütze, der Motorenleistung usw.), von mehr als 15 % bei der dritten Potenz (z. B. Masse, Widerstandsmoment), von mehr als 20 % bei der vierten Potenz (z. B. Flächenmoment zweiten Grades, Federsteife) und schließlich von mehr als 25 % bei der fünften Potenz (z. B. Massenmoment zweiten Grades, Antriebsmoment).

Wegen dieser Mängel der Rundwerte und der Rundwertreihen kommt ihre Anwendung nur dort in Betracht, wo die Hauptwerte und die Grundreihen aus zwingenden Gründen nicht anwendbar sind.

Solche zwingenden Gründe liegen vor allem dann vor, wenn die Natur des Problems ganze Zahlen verlangt (z. B. 32 Zähne bei Zahnradgetrieben statt der rechnerischen 31,5). In anderen Fällen werden gerade Zahlen oder ganz- und geradzählige Vielfache solcher Zahlen gefordert, z. B. um gewisse zusätzliche Bedingungen hinsichtlich der Teilbarkeit befriedigen zu können. Manchmal werden an die Zahlen auch Forderungen hinsichtlich besonderer additiver Eigenschaften gestellt, die von Rundwerten — zwar nicht generell, so doch fallweise — eher erfüllt werden als von Hauptwerten. Bei der aus der Photographie bekannten Reihe der Belichtungszeiten ($1 \frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{30}$ $\frac{1}{60}$ $\frac{1}{125}$... Sekunden statt ... $\frac{1}{16}$ $\frac{1}{31,5}$ $\frac{1}{63}$...) waren Gründe des leichteren Aussprechens, Schreibens und Einprägens für das vorübergehende Ausweichen auf Werte der Rundwertreihe $R'' 10$ maßgebend. Ähnliches gilt für die internationale Blendenreihe (1 1,4 2 2,8 4 5,6 8 11 16 22 ... mit den Rundwerten 11 und 22 statt der Hauptwerte 11,2 und 22,4), die als abgeleitete Reihe $R 20/3$ (siehe Abschnitt 2.7, Abgeleitete Reihen) stellenweise Werte der Rundwertreihe $R' 20$ benutzt.

2.9. Abgewandelte Reihen

Abgewandelte Reihen R_a sind Reihen mit wechselndem Stufensprung. Sie sind aus NZ oder Stücken von NZ-Reihen gebildet. Mit ihnen kann man besondere Forderungen erfüllen, etwa die, daß sich die Feinheit der Stufung innerhalb der Reihe in bestimmter Weise ändern soll, oder daß nur ganze oder gerade Zahlen vorkommen dürfen.

2.9.1. Zusammengesetzte Reihen

Zusammengesetzte Reihen entstehen durch ein- oder mehrmaliges Aneinanderfügen von vollständigen oder abgeleiteten Reihen verschiedenen Stufensprungs. Näheres darüber in Abschnitt 2.6, Auswahlreihen, Abschnitt 3.4, Wechsel des Stufensprungs, und Abschnitt 4.7.3, Darstellung von NZ-Reihen.

2.9.2. Gruppengeometrische Reihen

Eine Sonderstellung unter den zusammengesetzten Reihen nehmen diejenigen Reihen ein, die aus gleich großen aufeinander folgenden Gruppen steigender Werte bestehen, derart, daß jeder Wert einer Gruppe dasselbe Vielfache des entsprechenden Wertes der vorhergehenden Gruppe ist. Man nennt sie gruppengeometrische Reihen. Gruppengeometrische Reihen mit r Gliedern je Dezimalbereich werden gelegentlich mit dem Kurzzeichen R_a bezeichnet. Ihr Stufensprung ist periodisch veränderlich.

Beispiele:

- a) Gruppengeometrische Reihe $R_a 10$:

...	3	4	5
	6	8	10
	12	16	20 ...

Hier besteht jede Gruppe (z. B. 6 8 10) aus drei ganzen Zahlen, die einer arithmetischen Reihe angehören. Jedes Glied einer Gruppe ist doppelt so groß wie das entsprechende Glied der vorhergehenden Gruppe (3 4 5). Der periodische Stufensprung ist in analoger Darstellung:

...	1,33	1,25	1,2
	1,33	1,25	1,2
	1,33	1,25	1,2 ...

im Mittel also 1,25 wie bei der Reihe $R 10$, mit der sie auch die Anzahl der Glieder je Dezimalbereich ($r = 10$) gemeinsam hat. Mit der gruppengeometrischen Reihe $R_a 10$ kann man — wenigstens streckenweise — die Reihe $R 10$ durch eine aus ganzen Zahlen bestehende Reihe ersetzen. Im übrigen ist $R_a 10$ auch als abgeleitete Reihe $R'' 20/2$ (... 3 ...) deutbar.

- b) Gruppengeometrische Reihe $R_a 3$:

...	1	2	5
	10	20	50 ...

Bei dieser aus dem Meß- und Münzwesen bekannten Reihe kann man durch Addition von Gliedern jeden beliebigen Summenwert erreichen, wenn man das zweite Glied jeder Gruppe zweifach vorsieht (1 2 2 5). Die Stufensprünge sind wiederum periodisch:

...	2	2,5	2
	2	2,5	2 ...

Anmerkung: Diese Reihe kann man, wie schließlich jede zusammengesetzte Reihe, auch als Auswahlreihe mit wechselndem Stufensprung auffassen.

3. Richtlinien und Beispiele für die Anwendung der Normzahlen

3.1. Allgemeine Richtlinien

Es ist anzustreben, die Zahlenwerte von Größen aller Art nach den Normzahlen zu wählen, soweit nicht besondere Gründe, z. B. bestimmte mathematische Strukturen, physikalische Voraussetzungen oder sonstige Bedingungen, die Wahl anderer Zahlen erfordern.



Documents

Document Sharing Hub

Als Größen können z. B. in Betracht kommen:

Längen
Flächen
Volumina
Linienbreiten
Normschriftgrößen
Kräfte
Massen
Drücke
Schalldrücke
Spannungen (mechanische)
Zeiten
Drehzahlen
Geschwindigkeiten
Leistungen
Massen- und Volumenströme
Zahlenwerte in Berechnungen
im Versuchs- und Prüfwesen
Anwendungsbereiche
Meßbereiche
Verhältniszahlen
Übersetzungen
Maßstäbe
Konzentrationen
Preise
Tarife

Die Normzahlen sind über die Anwendung bei der eigentlichen Normung hinaus auch geeignet, das Rechnen zu erleichtern. So kann es vorteilhaft sein, sogar bei Rechnungen auf wirtschaftlichem Gebiet NZ zu verwenden, z. B. für Vorgabezeiten, Lohnsätze, Lohnfaktoren, statistische Zahlenwertangaben, Gebühren.

Bei Größenreihen von Konstruktionen ergibt sich bei der Benutzung von NZ für bestimmte Kenngrößen des Erzeugnisses, daß vielfach auch die übrigen Kenngrößen NZ werden, sofern zwischen den Größen multiplikative Zusammenhänge bestehen.

Beispiel:

Stuft man die Abmessungen von zylindrischen Behältern nach NZ, so ergibt sich auch das Volumen nach NZ:

Tabelle 3.

Größe Nr	Durchmesser d (R 10) mm	Höhe h (R 10) mm	Volumen V (R 10/3) Liter
1	100	125	1
2	125	160	2
3	160	200	4
4	200	250	8
.	.	.	.
.	.	.	.

Auch in den Fällen, wo zunächst keine Größenreihe, sondern nur eine Einzelgröße vorgesehen ist, empfiehlt es sich stets, die NZ anzuwenden: Es stellt sich erfahrungsgemäß oft im Laufe der Zeit das Bedürfnis zur Festlegung weiterer Größen heraus, die sich dann ohne weiteres zu einer geordneten Reihe zusammenfügen.

Beispiel:

Von einer Maschinenart, z. B. einer Presse, wird in dem Bereich von 300 bis 500 kN Preßkraft eine Größe entwickelt. Man wähle den NZ-Wert 400 kN. Wird später eine weitere Größe gebraucht, die 1,5- bis 2mal größer sein soll, so ist zu überlegen, wie groß die übernächste zweck-

mäßigerweise gewählt wird. Erscheint dafür eine Verdoppelung zu groß, so wähle man den Stufensprung 1,6, entwickle die nächste Größe auf $400 \text{ kN} \times 1,6 = 630 \text{ kN}$ und sehe für die übernächste $630 \text{ kN} \times 1,6 = 1000 \text{ kN}$ vor.

Bei der Anwendung müssen die einander oft widersprechenden technischen oder wirtschaftlichen Forderungen berücksichtigt werden. So sind bei der Umstellung üblicher Größen oder bereits bestehender Normen die durch die Änderung entstehenden Kosten gegen die durch die Umstellung zu erwartende Verbilligung abzuwägen.

Allgemein haben nach NZ festgelegte Größen und Größenreihen bei einer späteren Normung größere Aussicht, unverändert bestehen zu bleiben. Das ist z. B. wichtig, wenn aus einer Werksnorm eine DIN-Norm oder aus einer DIN-Norm eine internationale Norm werden soll.

3.2. Wahl des Stufensprunges

Bei erstmaliger Festlegung von Reihen ist zu entscheiden, ob innerhalb einer Reihe ein oder mehrere Stufensprünge gelten sollen (siehe Abschnitt 2.4). Dabei ist der günstigste Stufensprung zu wählen.

Die groben Reihen und ihre Einzelwerte sind, soweit es mit den jeweiligen technischen und wirtschaftlichen Dingen vereinbar ist, in der Rangfolge R 5, R 10, R 20, R 40 zu bevorzugen. Eine grobe Stufung hat z. B. bei der Fertigung von Teilen folgende Vorteile:

- Ersparnis an Konstruktionsarbeit,
- Ersparnis an Aufwand für Vorrichtungen, Werkzeuge und Lehren,
- Häufung der Stückzahlen je Größe, Ermöglichung der Reihen- oder Massenfertigung und daraus folgend Minderung des Arbeitsaufwandes je Stück,
- geringe Lagermengen an Fertigerzeugnissen und Ersatzteilen.

Andererseits kann eine zu grobe Stufung die Herstellkosten infolge von Mehraufwand an Stoff und Bearbeitungsfläche oder auch die Betriebskosten erhöhen.

3.3. Anwendung abgeleiteter Reihen

Wenn keine Grundreihe anwendbar ist, z. B. wenn eine bestimmte Ausgangsgröße gegeben oder ein Stufensprung erforderlich ist, der nicht dem einer Grundreihe entspricht, kann man abgeleitete Reihen benutzen. Unter den möglichen abgeleiteten Reihen sollen diejenigen bevorzugt werden, die — gegebenenfalls nach oben oder unten verlängert — die Zahl 1 enthalten. Die von der Grundreihe R 40 abgeleiteten Reihen sollen möglichst vermieden werden. Die von der Grundreihe R 80 abgeleiteten Reihen sind höchstens bei sehr feiner Stufung in Betracht zu ziehen oder als Nebenreihen zu anderen Reihen, z. B. für Rohabmessungen, wenn die Fertigmaße einer bevorzugten Reihe folgen:

Fertigmaße	40	45	50	56	63 mm
Rohmaße	41,2	46,2	51,5	58	65 mm

3.4. Wechsel des Stufensprunges

Wenn bei einer Reihe die einzelnen Bereiche eine verschiedene Dichte haben sollen, so können Reihen von Zahlenwerten durch zwei oder mehr aneinander anschließende Reihen mit verschiedenen Stufensprüngen gebildet werden. Wenn beim Übergang von einer Grundreihe auf die benachbarte Grundreihe störende Ungleichmäßigkeiten entstehen, so kann man eine abgeleitete Reihe mit dazwischenliegendem Stufensprung oder einen einzelnen Wert aus einer feiner gestuften Reihe einfügen, um einen besseren Übergang zwischen den beiden Grundreihen zu erreichen, siehe auch Abschnitte 2.9 und 4.7.3.