

DIN EN 13906-1

ICS 21.160

Ersatz für
DIN EN 13906-1:2002-07 und
DIN EN 13906-1
Berichtigung 1:2008-09

**Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben –
Berechnung und Konstruktion –****Teil 1: Druckfedern;****Deutsche Fassung EN 13906-1:2013**

Cylindrical helical springs made from round wire and bar –

Calculation and design –

Part 1: Compression springs;

German version EN 13906-1:2013

Ressorts hélicoïdaux cylindriques fabriqués à partir de fils ronds et de barres –

Calcul et conception –

Partie 1: Ressorts de compression;

Version allemande EN 13906-1:2013

Gesamtumfang 39 Seiten

Normenausschuss Federn, Stanzteile und Blechformteile (NAFS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13906-1:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 407 „Projekt-Komitee — Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben — Berechnung und Konstruktion“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Spiegelgremium ist der NA 026-00-01 AA „Federn“ des Normenausschusses Federn, Stanzteile und Blechformteile (NAFS) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Für weitere Informationen über den NAFS besuchen Sie uns im Internet unter www.nafs.din.de.

Die vorliegende Norm ist Teil einer mehrteiligen Normenreihe (EN 13906) über die Berechnung und Konstruktion von zylindrischen Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben. Sie besteht unter dem Haupttitel *Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben — Berechnung und Konstruktion* aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Druckfedern*
- *Teil 2: Zugfedern*
- *Teil 3: Drehfedern*

Dieses Dokument enthält einen informativen Anhang A, der Beispiele für die Relaxation von kaltgeformten Federn aufführt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13906-1:2002-07 und DIN EN 13906-1 Berichtigung 1:2008-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Berichtigung 1 von 2008-09 eingearbeitet;
- b) Norm redaktionell überarbeitet;
- c) inhaltliche Korrekturen vorgenommen;
- d) ausgewählte Begriffe aus DIN EN ISO 26909 übernommen;
- e) Referenzdaten für den Elastizitäts- und Schubmodul für nichtrostenden Stahldraht (nach EN 10270-3) in Abschnitt 8 „Werkstoff-Kennwerte für die Berechnung von Federn“ ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN 2089: 1948-01, 1949-07
DIN 2089-1: 1963-02, 1984-12
DIN EN 13906-1: 2002-07
DIN EN 13906-1 Berichtigung 1: 2008-09

Deutsche Fassung

**Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben —
Berechnung und Konstruktion —
Teil 1: Druckfedern**

Cylindrical helical springs made from round wire and bar —
Calculation and design —
Part 1 : Compression springs

Ressorts hélicoïdaux cylindriques fabriqués à partir
de fils ronds et de barres —
Calcul et conception —
Partie 1: Ressorts de compression

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 30. Mai 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole, Einheiten und Abkürzungen	8
4 Theoretisches Druckfederdiagramm	10
5 Konstruktionsgrundlagen	11
6 Beanspruchungsarten.....	11
6.1 Allgemeines.....	11
6.2 Statische bzw. quasistatische Beanspruchungen	11
6.3 Dynamische Beanspruchungen	12
6.4 Arbeitstemperatur.....	12
6.5 Querfederung	12
6.6 Knickung.....	12
6.7 Stoßbeanspruchung.....	13
6.8 Sonstige Einflüsse.....	13
6.8.1 Resonanzschwingungen.....	13
6.8.2 Korrosionseinflüsse, Reibstellen.....	13
7 Spannungskorrekturfaktor k	14
8 Werkstoff-Kennwerte für die Berechnung von Federn.....	15
9 Berechnungsgleichungen.....	16
9.1 Federungsarbeit.....	16
9.2 Federkraft	16
9.3 Federweg	16
9.4 Federrate.....	16
9.5 Schubspannungen.....	16
9.6 Nenndurchmesser des Drahtes oder Stabes	17
9.7 Anzahl der federnden Windungen	17
9.8 Gesamtanzahl der Windungen	17
9.9 Kleinste zulässige Federlänge	17
9.10 Blocklänge.....	17
9.11 Vergrößerung des Außendurchmessers der Feder bei Belastung.....	18
9.12 Grundfrequenz	18
9.13 Querfederung	18
9.14 Knickung.....	20
9.15 Schubspannungserhöhung bei Stoßbeanspruchung.....	21
10 Zulässige Spannungen	21
10.1 Zulässige Schubspannung bei Blocklänge	21
10.1.1 Kaltgeformte Federn.....	21
10.1.2 Warmgeformte Federn	22
10.2 Zulässige Schubspannung bei statischer oder quasistatischer Beanspruchung.....	22
10.3 Zulässige Hubspannung bei dynamischer Beanspruchung.....	24
Anhang A (informativ) Beispiele für die Relaxation von kaltgeformten Federn	31
Literaturhinweise	37

Bilder	Seite
Bild 1 — Theoretisches Druckfederdiagramm	10
Bild 2 — Schubspannungsverteilung im Draht- oder Stabquerschnitt	14
Bild 3 — Spannungskorrekturfaktor k in Abhängigkeit vom Wickelverhältnis w	14
Bild 4 — Feder unter gleichzeitiger Axial- und Querbelastrung	19
Bild 5 — Lagerungsarten und zugehörige Lagerungsbeiwerte ν von axial beanspruchten Federn	20
Bild 6 — Theoretische Knickgrenze von Schraubendruckfedern	21
Bild 7 — Zulässige Schubspannung bei Blocklänge für warmgeformte Federn aus warmgewalzten Stählen nach EN 10089 in Abhängigkeit vom Draht- oder Stabdurchmesser	22
Bild 8 — Zeitlicher Verlauf der Relaxation und der Relaxationsgeschwindigkeit	22
Bild 9 — Relaxation nach 48 h von warmgeformten Federn aus Stahl nach EN 10089, mit einer Vergütungsfestigkeit durch Wärmebehandlung von 1 500 N/mm ² (MPa), vorgesetzt bei Umgebungstemperatur, in Abhängigkeit von der Betriebsbeanspruchung bei verschiedenen Temperaturen	23
Bild 10 — Schwingungsschaubild einer schwingend beanspruchten Feder	24
Bild 11 — Zeitfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für warmgeformte Federn aus warmgewalzten Stählen nach EN 10089 mit geschliffener oder geschälter Oberfläche, kugelgestrahlt	25
Bild 12 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für warmgeformte Federn aus warmgewalzten Stählen nach EN 10089 mit geschliffener oder geschälter Oberfläche, kugelgestrahlt	25
Bild 13 — Zeitfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus patentiert- gezogenem Federstahldraht der Sorte DH oder SH nach EN 10270-1, kugelgestrahlt	26
Bild 14 — Zeitfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus ölschlussvergütetem Draht der Sorte FD oder TD nach EN 10270-2, kugelgestrahlt	26
Bild 15 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus patentiert-gezogenem Federstahldraht der Sorte DH oder SH nach EN 10270-1, kugelgestrahlt	27
Bild 16 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus patentiert-gezogenem Federstahldraht der Sorte DH oder SH nach EN 10270-1, nicht kugelgestrahlt	27
Bild 17 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus ölschlussvergütetem Draht der Sorte FD oder TD nach EN 10270-2, kugelgestrahlt	28
Bild 18 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus ölschlussvergütetem Draht der Sorte FD oder TD nach EN 10270-2, nicht kugelgestrahlt	28
Bild 19 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus ölschlussvergütetem Draht der Sorte VD in Ventulfederqualität nach EN 10270-2, kugelgestrahlt	29
Bild 20 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus ölschlussvergütetem Draht der Sorte VD in Ventulfederqualität nach EN 10270-2, nicht kugelgestrahlt	29
Bild 21 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus Federstahldraht X10CrNi18-8, Werkstoffnummer 1.4310 nach EN 10270-3, nicht kugelgestrahlt	30

Bild 22 — Dauerfestigkeitsschaubild (Goodman-Diagramm) für kaltgeformte Federn aus Federstahldraht X7CrNiAl17-7, Werkstoffnummer 1.4568 nach EN 10270-3, nicht kugelgestrahlt	30
Bild A.1.....	31
Bild A.2.....	32
Bild A.3.....	33
Bild A.4.....	34
Bild A.5.....	35
Bild A.6.....	36

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13906-1:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 407 „Projekt-Komitee — Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben — Berechnung und Konstruktion“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 13906-1:2002.

Diese Europäische Norm wurde vom Europäischen Verband der Federnhersteller ESF (European Spring Federation) initiiert.

Diese Europäische Norm stellt eine technische Überarbeitung der EN 13906-1:2002 dar. Die wichtigsten Änderungen sind im Folgenden aufgelistet:

- Aktualisierung der Normativen Verweisungen;
- technische Korrekturen.

EN 13906 besteht unter dem Haupttitel *Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben — Berechnung und Konstruktion* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Druckfedern*
- Teil 2: *Zugfedern*
- Teil 3: *Drehfedern*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die Überarbeitung der Normenreihe der EN 13906 wurde vom Europäischen Verband der Federnhersteller ESF (European Spring Federation) initiiert, um technische Fehler in der veröffentlichten Norm zu beheben und um sie dem aktuellen Stand der Technik anzupassen. Die Überarbeitung der Bilder ist nicht Bestandteil der Arbeiten gewesen. Dies ist dem fehlenden (gegenseitigem) Datenaustausch geschuldet. Dennoch können die Käufer/Besteller die aktuellen Daten vom Hersteller beziehen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für die Berechnung und Konstruktion von kalt- und warmgeformten Schraubendruckfedern mit linearer Kennlinie aus runden Drähten und Stäben mit konstantem Durchmesser, mit Werten nach Tabelle 1, bei denen die Hauptbeanspruchung in Richtung der Federachse aufgebracht wird.

Tabelle 1

Charakteristik	kaltgeformte Druckfedern	warmgeformte Druckfedern
Draht- oder Stabdurchmesser	$d \leq 20 \text{ mm}$	$8 \text{ mm} \leq d \leq 100 \text{ mm}$
Anzahl der federnden Windungen	$n \geq 2$	$n \geq 3$
Wickelverhältnis	$4 \leq w \leq 20$	$3 \leq w \leq 12$

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 10270-1, *Stahldraht für Federn — Teil 1: Patentiert-gezogener unlegierter Federstahldraht*

EN 10270-2, *Stahldraht für Federn — Teil 2: Ölschlussvergüteter Federstahldraht*

EN 10270-3, *Stahldraht für Federn — Teil 3: Nichtrostender Federstahldraht*

EN 10089, *Warmgewalzte Stähle für vergütbare Federn — Technische Lieferbedingungen*

EN 12166, *Kupfer und Kupferlegierungen — Drähte zur allgemeinen Verwendung*

EN ISO 2162-1:1996, *Technische Produktdokumentation — Federn — Teil 1: Vereinfachte Darstellung (ISO 2162-1:1993)*

EN ISO 26909:2010, *Federn — Begriffe (ISO 26909:2009)*

ISO 26910-1, *Springs — Shot peening — Part 1: General procedures*

3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 26909:2010 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Feder

mechanisches Teil, das bei Verformung Energie speichert und bei Entspannung die entsprechende Energiemenge wieder abgibt

[Quelle: EN ISO 26909:2010, 1.1]

3.1.2

Druckfeder

Feder (1.1), die einem axialen Druck entgegenwirkt

[Quelle: EN ISO 26909:2010, 1.2]

3.1.3

Schraubendruckfeder

Druckfeder (1.2) aus um eine Achse gewickeltem Draht mit rundem, quadratischem oder rechteckigem Querschnitt und mit Abständen zwischen den Windungen

[Quelle: EN ISO 26909:2012, 3.12]

3.2 Symbole, Einheiten und Abkürzungen

Tabelle 2 enthält die Symbole, die Einheiten und die Abkürzungen, die in dieser Europäischen Norm verwendet werden.

Tabelle 2 (1 von 2)

Symbole	Einheiten	Benennungen
a_0	mm	lichter Abstand zwischen den federnden Windungen bei unbelasteter Feder
$D = \frac{D_e + D_i}{2}$	mm	mittlerer Windungsdurchmesser
D_e	mm	Außendurchmesser der Feder
ΔD_e	mm	Vergrößerung des Außendurchmessers der Feder bei Belastung
D_i	mm	Innendurchmesser der Feder
d	mm	Nenndurchmesser des Drahtes (oder des Stabes)
$d_{\max}$	mm	oberes Abmaß von d
E	N/mm ² (MPa)	Elastizitätsmodul (oder Young-Modul)
F	N	Federkraft
$F_1, F_2 \dots$	N	Federkräfte, zugeordnet den Federlängen $L_1, L_2 \dots$ (bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C)
$F_{c \text{ th}}$	N	theoretische Federkraft bei Blocklänge L_c ANMERKUNG Die tatsächliche Federkraft bei Blocklänge ist in der Regel größer als die theoretische Federkraft.
F_K	N	Knickkraft
F_n	N	Federkraft zugeordnet der kleinsten zulässiger Federlänge L_n
F_Q	N	Federkraft senkrecht zur Federachse (Querkraft)
f_e	s ⁻¹ (Hz)	Eigenfrequenz 1. Ordnung der Feder (Grundfrequenz)
G	N/mm ² (MPa)	Schubmodul
k	–	Spannungskorrekturfaktor (in Abhängigkeit von D/d)
L	mm	Federlänge
L_0	mm	Nennlänge der unbelasteten Feder
$L_1, L_2 \dots$	mm	Nennlängen, zugeordnet den Federkräften $F_1, F_2 \dots$
L_n	mm	kleinste, zulässige Federlänge (unter Berücksichtigung von S_a)
L_c	mm	Blocklänge
L_K	mm	Knicklänge
m	mm	mittlerer Mittelpunktabstand der Windungen voneinander ohne Belastung (Steigung)
N	–	Lastspielzahl bis zum Bruch
n	–	Anzahl der federnden Windungen
n_t	–	Gesamtanzahl der Windungen
R	N/mm	Federrate
R_m	N/mm ² (MPa)	Mindestwert der Zugfestigkeit
R_Q	N/mm	Quer-Federrate

Tabelle 2 (2 von 2)

Symbole	Einheiten	Benennungen
s_a	mm	Summe der lichten Mindestabstände zwischen den einzelnen federnden Windungen bei Federlänge L_n
s	mm	Federweg
$s_1, s_2 \dots$	mm	Federwege, zugeordnet den Federkräften $F_1, F_2 \dots$
s_c	mm	Federweg, zugeordnet der Blocklänge L_c
s_h	mm	Federweg (Hub) der Feder zwischen zwei Positionen
s_K	mm	Federweg, zugeordnet der Knickkraft F_K (Knickfederweg)
s_n	mm	Federweg, zugeordnet der Federkraft F_n
s_Q	mm	Querfederweg, zugeordnet der Querkraft F_Q
v_{St}	m/s	Stoßgeschwindigkeit
W	Nmm	Federungsarbeit
$w = \frac{D}{d}$	–	Wickelverhältnis
η	–	Federratenverhältnis
λ	–	Schlankheitsgrad
υ	–	Lagerungsbeiwert
ξ	–	bezogener Federweg
ρ	kg/dm ³	Dichte
τ	N/mm ² (MPa)	nicht korrigierte Schubspannung (ohne Berücksichtigung des Einflusses der Drahtkrümmung)
$\tau_1, \tau_2 \dots$	N/mm ² (MPa)	nicht korrigierte Schubspannung, zugeordnet den Federkräften $F_1, F_2 \dots$
τ_c	N/mm ² (MPa)	nicht korrigierte Schubspannung, zugeordnet der Blocklänge L_c
τ_{kh}	N/mm ² (MPa)	korrigierte Hubspannung, zugeordnet dem Arbeitsweg (Hub) s_h
τ_k	N/mm ² (MPa)	korrigierte Schubspannung (unter Berücksichtigung des Spannungskorrekturfaktors k)
$\tau_{k1}, \tau_{k2} \dots$	N/mm ² (MPa)	korrigierte Schubspannung, zugeordnet den Federkräften $F_1, F_2 \dots$
$\tau_{kH} (\dots)$	N/mm ² (MPa)	korrigierte Hubspannung, Zeit- oder Dauerfestigkeitswert mit dem Zeiger der Bruch- bzw. Grenzllastspielzahl
τ_{kn}	N/mm ² (MPa)	korrigierte Schubspannung, zugeordnet der Federkraft F_n
$\tau_{kO} (\dots)$	N/mm ² (MPa)	korrigierte Oberspannung, Zeit- oder Dauerfestigkeitswert mit dem Zeiger der Bruch- bzw. Grenzllastspielzahl
$\tau_{kU} (\dots)$	N/mm ² (MPa)	korrigierte Unterspannung, Zeit- oder Dauerfestigkeitswert mit dem Zeiger der Bruch- bzw. Grenzllastspielzahl
τ_n	N/mm ² (MPa)	nicht korrigierte Schubspannung, zugeordnet der Federkraft F_n
τ_{St}	N/mm ² (MPa)	Schubspannungserhöhung bei Stoßbeanspruchung
τ_{zul}	N/mm ² (MPa)	zulässige Schubspannung

4 Theoretisches Druckfederdiagramm

Die Darstellung der Druckfeder entspricht EN ISO 2162-1:1996, Bild 4.1.

Das theoretische Druckfederdiagramm ist in Bild 1 angegeben.

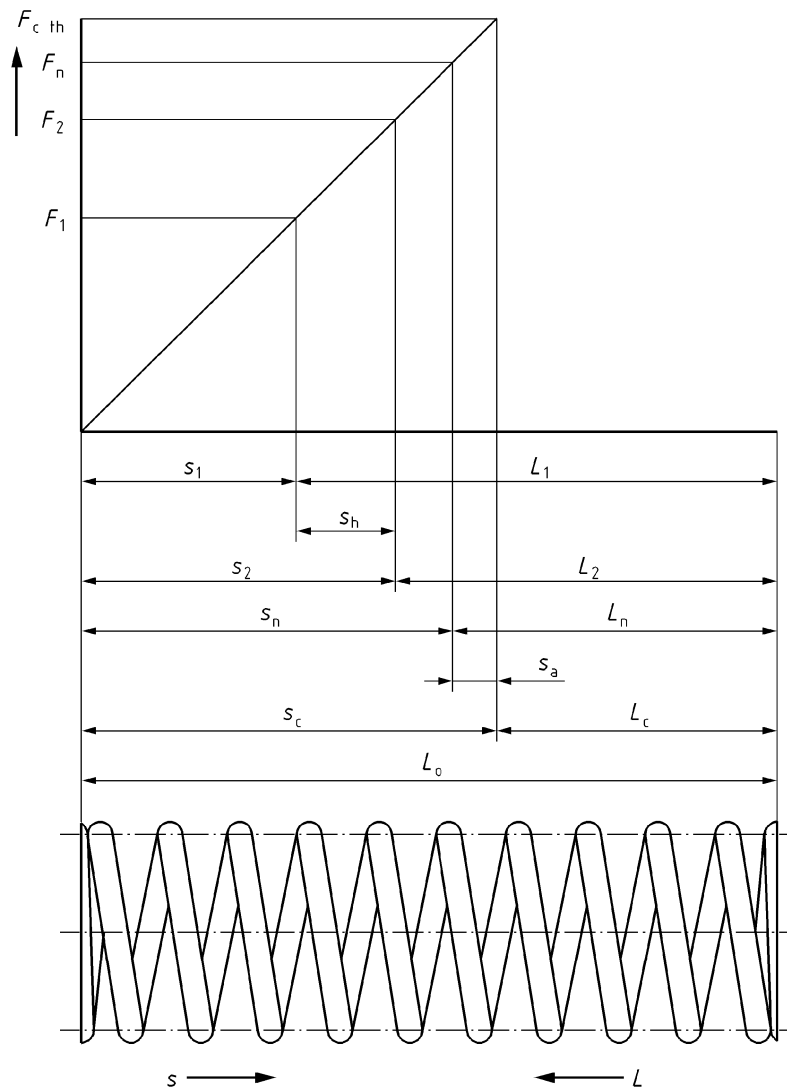


Bild 1 — Theoretisches Druckfederdiagramm