

# DIN ISO 4156-3:2026-01 (D)

## Passverzahnungen mit Evolventenflanken - Metrischer Modul, flankenzentriert - Teil 3: Qualitätsprüfung (ISO 4156-3:2021)

---

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort .....	6
Vorwort .....	8
Einleitung .....	10
1 Anwendungsbereich.....	11
2 Normative Verweisungen .....	11
3 Begriffe .....	11
4 Symbole, Indizes und Abkürzungen .....	11
5 Referenzbedingungen.....	14
6 Qualitätsmerkmale .....	14
6.1 Allgemeines .....	14
6.2 Maß .....	15
6.2.1 Maß actual .....	15
6.2.2 Maß effective.....	15
6.3 Lage.....	15
6.4 Form .....	15
7 Prüfverfahren.....	15
7.1 Maße.....	15
7.1.1 Allgemeines Verfahren.....	15
7.1.2 Wahl der Messgeräte.....	16
7.1.3 Maß actual .....	16
7.1.4 Maß effective.....	18
7.2 Lage.....	19
7.2.1 Allgemeines.....	19
7.2.2 Wahl des Verfahrens zur Lageprüfung.....	19
7.2.3 Effective Achse mit Gegenstück .....	19
7.2.4 Achse des Teilzylinders actual.....	19
7.2.5 Berechnung anhand der Fourier-Analyse .....	20
7.2.6 Verzahnte Spannsysteme.....	21
7.3 Form .....	21
8 Messungen mit Messkreisen.....	21
8.1 Allgemeines.....	21
8.2 Auswahl der Messkreise .....	21
8.3 Verwendung und Beschriftung der Rollen.....	22
8.4 Statistische Toleranzgrenze $L_{STA}$ .....	22
8.4.1 Allgemeines.....	22
8.4.2 Annahme von Werkstücken nach der statistischen Toleranzgrenze actual $L_{STA}$ .....	23
8.4.3 Beispiele.....	24
8.5 Berechnung des Messkreisdurchmessers ( $D_{Re}$ oder $D_{Ri}$ ).....	24
8.5.1 Außenverzahnung.....	24
8.5.2 Innenverzahnung .....	25
8.6 Berechnung der Maße für die Prüfung mit Messkreisen (Werkstück- und Lehrenprüfung).....	27
8.6.1 Genaue Berechnung.....	27

8.6.2	Korrekturfaktor.....	30
9	Zahnweite über $k$ Zähne — Außenverzahnungen ( $W$ ).....	33
9.1	Berechnung von $W$ .....	33
9.2	Bestimmung des Wertes $k$ .....	34
10	Lehren.....	35
10.1	Grundlagen.....	35
10.1.1	Einsatzbedingungen von Lehren.....	35
10.1.2	Grenzmaße für Lehren.....	35
10.1.3	Handgriffe an Verzahnungslehren.....	35
10.1.4	Zähnezahl der sektorverzahnten Ausschusslehren.....	36
10.2	Verzahnungsbreite der Lehren.....	36
10.2.1	Einfluss der aktiven Verzahnungs- und Eingriffsbreite.....	36
10.2.2	Gut- oder Ausschusslehren.....	37
10.2.3	Gegenlehrdorne für Lehrringe.....	38
10.2.4	Verzahnungslehren mit Teilkreisdurchmesser $D > 180$ mm.....	38
10.3	Herstelltoleranzen für Verzahnungslehren.....	38
10.4	Zulässige Abweichungswerte von Verzahnungslehren.....	42
10.5	Prüfung von Verzahnungslehren.....	42
10.5.1	Beschädigung.....	42
10.5.2	Beschriftung.....	42
10.5.3	Kopfkreisdurchmesser von Lehdornen und Lehrringen.....	42
10.5.4	Formkreisdurchmesser.....	43
10.5.5	Zahndicke der Lehdorne.....	43
10.5.6	Lückenweite der Lehrringe.....	44
10.5.7	Formabweichungen.....	44
10.5.8	Verschleißprüfung von Verzahnungslehren.....	44
10.5.9	Prüfzertifikate.....	44
10.6	Abmessungen, Bezeichnung und Beschriftung der Lehren.....	44
10.6.1	Prüfung von Außenverzahnungen.....	44
10.6.2	Prüfung von Innenverzahnungen.....	53
10.6.3	Prüfung der Innen- und Außenverzahnungen mit glatten Prüfzylindern.....	57
10.6.4	Beschriftung der Lehren.....	58
11	Messung von Verzahnungsabweichungen.....	58
11.1	Allgemeines.....	58
11.2	Profil-Gesamtabweichung $F_\alpha$ .....	58
11.3	Teilungs-Gesamtabweichung $F_p$ .....	58
11.4	Flankenlinien-Gesamtabweichung $F_\beta$ .....	59
Anhang A (informativ) Einflüsse der Exzentrizität und Teilungsabweichung wie in ISO 4156:1981 beschrieben.....		60
Literaturhinweise.....		65
<b>Bilder</b>		
Bild 1 — Qualitätsmerkmale.....		15
Bild 2 — Elementare Prüfverfahren für Lückenweiten und Zahndicken.....		18
Bild 3 — Verzahnungsachse actual.....		20
Bild 4 — Achse ermittelt durch Fourier-Analyse der Teilungsabweichung.....		21
Bild 5 — Statistische Toleranzgrenze actual $L_{STA}$ .....		23
Bild 6 — Außenverzahnung.....		25

<b>Bild 7 — Innenverzahnung .....</b>	<b>27</b>
<b>Bild 8 — Maß über Kugeln oder Rollen .....</b>	<b>28</b>
<b>Bild 9 — Maß zwischen Kugeln oder Rollen.....</b>	<b>30</b>
<b>Bild 10 — Berechnung von <math>K_e</math> .....</b>	<b>31</b>
<b>Bild 11 — Berechnung von <math>K_i</math>.....</b>	<b>32</b>
<b>Bild 12 — Berechnung von <math>W</math>.....</b>	<b>33</b>
<b>Bild 13 — Min. tangentiales Maß .....</b>	<b>34</b>
<b>Bild 14 — Max. tangentiales Maß.....</b>	<b>34</b>
<b>Bild 15 — Aktive Breite und Eingriffsbreite.....</b>	<b>37</b>
<b>Bild 16 — Messung des Kopfkreisdurchmessers der Außenverzahnung (Lehrdorn) und der Innenverzahnung (Lehrring) .....</b>	<b>43</b>
<b>Bild 17 — Vollverzahnter Gutlehring.....</b>	<b>45</b>
<b>Bild 18 — Konischer Gegenlehrdorn für vollverzahnte Gutlehringe.....</b>	<b>46</b>
<b>Bild 19 — Sektorverzahnter Ausschusslehring .....</b>	<b>48</b>
<b>Bild 20 — Konischer Gegenlehrdorn für sektorverzahnte Ausschusslehringe .....</b>	<b>49</b>
<b>Bild 21 — Vollverzahnter Ausschusslehring.....</b>	<b>51</b>
<b>Bild 22 — Konischer Gegenlehrdorn für vollverzahnte Ausschusslehringe .....</b>	<b>52</b>
<b>Bild 23 — Vollverzahnter Gutlehrdorn.....</b>	<b>54</b>
<b>Bild 24 — Sektorverzahnter Ausschusslehrdorn .....</b>	<b>55</b>
<b>Bild 25 — Vollverzahnter Ausschusslehrdorn .....</b>	<b>56</b>
<b>Bild 26 — Grenzlehrdorn (glatte Prüfzylinder).....</b>	<b>57</b>
<b>Bild 27 — Glatter Gut- oder Ausschusslehring.....</b>	<b>58</b>
<b>Bild A.1 — Diagramm der verbleibenden Teilungsabweichung.....</b>	<b>62</b>
<b>Bild A.2 — Messverfahren für Teilungsabweichung.....</b>	<b>63</b>
<b>Bild A.3 — Messergebnisse .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabellen</b>	
<b>Tabelle 1 — Verhältnis der Parameter zum Prüfverfahren.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabelle 2 — Konsequenzen der allgemeinen Verfahren.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabelle 3 — Messgeräte zur Maßprüfung, Verfahren und Prioritäten.....</b>	<b>17</b>

<b>Tabelle 4 — Lageprüfung — Verfahren und Prioritäten.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabelle 5 — Kugel- und Rolltoleranzen und Messrollenlänge.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabelle 6 — Zähnezahl der sektorverzahnten Ausschusslehren.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabelle 7 — Verzahnungsbreiten der Verzahnungslehren — Mindestbreite.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabelle 8 — Lehrenpositionen und -toleranzen.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabelle 9 — Werte der Lehrentoleranzen.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabelle 10 — Positionen der Lehrentoleranzen.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabelle 11 — Zulässige Abweichungen für Verzahnungslehren.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabelle 12 — Abmessungen und Toleranzen der vollverzahnten Gutlehrhrringe.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabelle 13 — Abmessungen und Toleranzen der Gegenlehrdorne für vollverzahnte Gutlehrhrringe.....</b>	<b>47</b>
<b>Tabelle 14 — Abmessungen und Toleranzen der sektorverzahnten Ausschusslehrhrringe.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabelle 15 — Abmessungen und Toleranzen für Gegenlehrdorne für sektorverzahnte Ausschusslehrhrringe.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabelle 16 — Abmessungen und Toleranzen der vollverzahnten Ausschusslehrhrringe.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabelle 17 — Abmessungen und Toleranzen für Gegenlehrdorne für vollverzahnte Ausschusslehrhrringe.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 18 — Abmessungen und Toleranzen der vollverzahnten Gutlehrdorne.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabelle 19 — Abmessungen und Toleranzen der sektorverzahnten Ausschusslehrdorne.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabelle 20 — Abmessungen und Toleranzen der vollverzahnten Ausschusslehrdorne.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabelle A.1 — Messergebnisse.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabelle A.2 — Prüfergebnisse.....</b>	<b>63</b>