

A. Selle, J. Seifert

## Skoliose-Cobb-Winkel – ein Vergleichswert mit Schwächen

Cobb Angle of Scoliosis – a Reference Value with Weaknesses

Der Cobb-Winkel ist seit vielen Jahrzehnten der wichtigste Vergleichswert zur Beurteilung von Skoliosen und zur Einteilung entsprechender Therapieschritte. Er hat jedoch entscheidende Schwächen, die insbesondere bei langbogigen und/oder stark rotierten Krümmungen zu gravierenden Fehleinschätzungen und zur Verschleppung notwendiger Therapien führen können. Da sich das tatsächliche Ausmaß einer skoliotischen Deformität im dreidimensionalen Raum nur schwer quantifizieren lässt, wird der Cobb-Winkel auf absehbare Zeit ein wichtiger Referenzwert bleiben. Es ist umso bedeutsamer, seine Schwächen zu kennen und bei betreffenden Szenarien andere Parameter in die Therapie-Entscheidung einzubeziehen.

**Schlüsselwörter:** Skoliose, Cobb-Winkel, Korsett, Skolioseorthese

The Cobb angle has been the most important reference value for assessing scoliosis and determining the appropriate treatment steps for many decades. However, it has crucial weaknesses that can lead to serious misassessment and delays of the necessary treatment, especially for cases involving long curves and/or highly rotated curves. Since the actual extent of a scoliotic deformity is difficult to quantify in three-dimensional space, the Cobb angle will remain an important reference value for the foreseeable future. This makes it all the more important to be familiar with its weaknesses and include other parameters when planning treatment if relevant scenarios apply.

**Key words:** scoliosis, Cobb angle, brace, scoliosis orthosis

### Einleitung

Es ist nicht Ziel des Artikels, den Cobb-Winkel als Referenzwert der Skoliose-diagnostik und -therapie grundsätzlich in Frage zu stellen, sondern in verständlicher Form auf seine wichtigsten Schwächen hinzuweisen und die Einbeziehung weiterer Kriterien in eine Therapie-Entscheidung anzuregen.

Eine komplexe, mathematisch korrekte Betrachtung der Thematik und ihre Übertragung in die tägliche Praxis von Ärzten, Orthopädie-Technikern und Therapeuten scheint auch heute noch zum Scheitern verurteilt. Die Bestimmung korrekter 3-D-Parameter skoliotischer Verkrümmungen ist ein überaus komplizierter mathematischer Prozess. Die skoliotische Deformität stellt eine komplexe Verformung dar, deren Einzelkomponenten nicht zweifelsfrei voneinander zu trennen sind. Die physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule (Kyphose und Lordose) und ihre jeweiligen 3-D-Parameter „verschmelzen“ mit den pathologischen 3-D-Komponenten der skoliotischen Kippung/Verschiebung/Rotation/Torsion einzelner Wirbel, Wirbelsäulenabschnitte bzw. des kompletten Achsorgans.

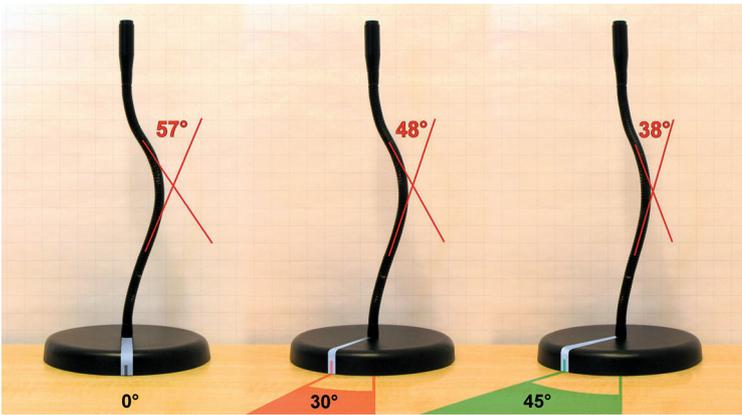
Allein die korrekte Definition der Parameter der Deformität hat schon vor Jahrzehnten ganze Arbeitsgruppen beschäftigt [1]. Obwohl derartige terminologische Studien mehr Klarheit in das dreidimensionale Geschehen gebracht haben, hat sich die differenzierte Betrachtung in der klinischen Praxis bisher nicht durchgesetzt. Dort ist auch heute in der Regel ein einfaches, verständliches und praxistaugliches Verfahren erforderlich. Diese Anforderungen erfüllt der

Cobb-Winkel zunächst durchaus: Er liefert einen vergleichbaren Zahlenwert, lässt sich vergleichsweise einfach bestimmen und ist über die AP-Röntgenaufnahme sowohl vor als auch während einer Therapie relativ preiswert erfassbar. Das erhält ihm seit Jahrzehnten seinen Status als Referenzwert.

Dennoch hat der Cobb-Winkel entscheidende Schwächen. Zunächst werden viele Leser die Diskussion zur Strahlenbelastung sowie zu Messfehlerschwankungen („inter-/intra-examiner variability“) kennen. Des Weiteren ergibt sich durch die Divergenz der Röntgenstrahlen ein entsprechender Fehler, der wiederum u. a. von der Platzierung des Zentralstrahls abhängt. All diese Fehler lassen sich jedoch durch gewisse Standards zumindest so weit reduzieren oder vereinheitlichen, dass sie den Status des Cobb-Winkels als Vergleichswert zunächst nicht grundsätzlich in Frage stellen.

Die weitaus bedeutenderen Fehleinschätzungen gehen mit der Tatsache einher, dass der in der Röntgenaufnahme gemessene Winkelwert letztlich nur das 2-D-Schattenbild einer Krümmung darstellt und damit nicht den wahren Neigungswinkel der entsprechenden Neutralwirbel im Raum repräsentiert. Der Grad der Rotation/Torsion bleibt bei der Cobb- oder Ferguson-Winkelmessung in der 2-D-Projektion gänzlich unbeachtet.

Eine rotierte Kurve stellt sich im Schattenbild aber immer verfälscht dar. Als Beispiel sei hier zunächst die einfache, komplette Rotation einer technischen Kurve im Raum aufgeführt (Abb. 1). Dabei wird sichtbar, dass sich der Krümmungswinkel der



**Abb. 1** Änderung des gemessenen Winkelwerts der 2-D-Projektion einer 57°-Krümmung in Abhängigkeit vom Rotationsgrad der Krümmung (0°, 30° und 45° Rotation).

2-D-Projektion einer Kurve durch Rotation erheblich verändert. Der tatsächliche Winkelwert der Kurve liegt unverändert bei 57°. Dennoch misst man in der 2-D-Projektion bei 30° Rotation nur noch 48° und bei 45° Rotation nur noch 38°. Somit würde bei einem etwaigen Röntgenbild allein durch Rotation von 45° ein Drittel der Krümmung „unsichtbar“.

Leider folgt die skoliotisch deformierte Wirbelsäule sehr viel komplizierteren Mechanismen. Sie rotiert nicht einfach um eine mittlere Lotlinie, sondern einzelne Wirbel und Wirbelsäulenabschnitte rotieren bzw. verdrehen sich im Sinne einer Torsion jeweils anteilig um verschiedene Referenzachsen. Zudem sind einzelne Wirbel selbst im Sinne einer Torsion deformiert [1, 2, 3]. Zu alledem täuschen zusätzlich physiologische Kyphose und Lordose bei Rotation im Röntgenbild skoliotische Krümmungen vor und verringern/erhöhen den gemessenen Cobb-Winkelwert.

Die Begriffe „Rotation“ und „Torsion“ werden im Zusammenhang mit skoliotischen Deformitäten in der Literatur nicht einheitlich verwendet [2, 3]. Es ist nicht Ziel des Artikels, die Terminologie zuzuordnen und exakt zwischen Rotations- und Torsionskomponenten zu unterscheiden, sondern vielmehr den grundsätzlichen, entscheidenden Einfluss der Transversalebene zur Sprache zu bringen.

## Die gravierendsten Fehler des Cobb-Winkels

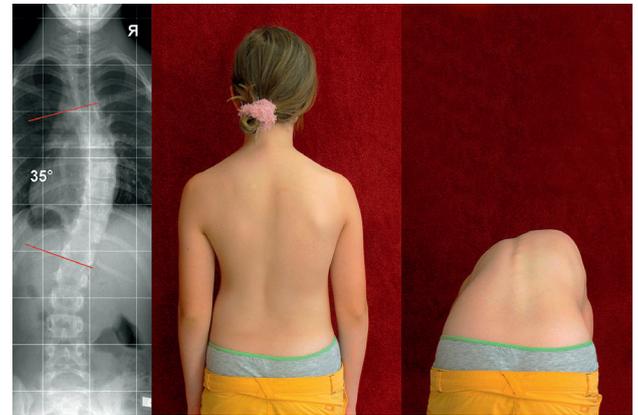
### 1. Vernachlässigung von Rotation/Torsion

Wie aufgezeigt, repräsentiert der Cobb-Winkel in keiner Weise den

Anteil einer skoliotischen Deformität in der Transversalebene. Die dreidimensionale Deformität wird auf dem Röntgenfilm in ein 2-D-Schattenbild „gepresst“. Rotation und Torsion bleiben anhand der Strukturen für das geübte Auge zwar sichtbar, aber für die Cobb-Winkel-Messung gehen sie verloren. Damit erhalten völlig unterschiedliche Krümmungen identische Cobb-Beurteilungen [1].

Hinter einem Cobb-Winkel der BWS von 35° kann sich z. B. die reine Seitneigung der Wirbelkörper ohne wesentliche Torsion verbergen, die sich über einen entsprechenden Wirbelsäulenabschnitt auf 35° summiert. Genauso gut kann sich hinter diesem Winkel eine 50°-Krümmung mit einem zusätzlichen Rotationsindex von 40° verbergen. Beide Szenarien erzeugen in etwa den identischen Cobb-Winkel von 35° und werden allzu oft therapeutisch gleich behandelt (in diesem Fall werden sie einer Ganztagskorsett-Therapie zugeordnet).

Die beiden Szenarien erzeugen aber höchst unterschiedliche tatsächliche Deformitäten, Thoraxquerschnitte und Lungenvolumina. Eine 50°-Krümmung, die aufgrund einer beträchtlichen Torsion im Röntgen nur 35° Cobb anzeigt, kann längst eine OP-Indikation verkörpern, wird aber als solche oft nicht wahrgenommen, da die Rotation/Torsi-

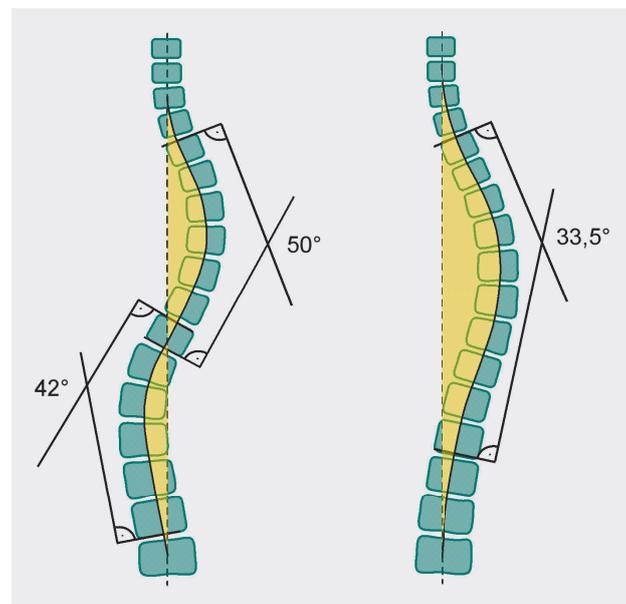


**Abb. 2** Langbogige, thorakale Skoliose mit Cobb-Winkel von nur 35°, aber mit enormer Rotation/Torsion und extremem klinischem Befund.

on der BWS den Cobb-Winkel künstlich reduziert (Abb. 2).

### 2. Vernachlässigung der Reichweite einzelner Krümmungen

Der zweite wichtige Parameter, den der Cobb-Winkel sträflich unterschlägt, ist die Reichweite einer Krümmung. Schon das Krümmungsmuster der Skoliose lässt eine gewisse Einordnung skoliotischer Deformitäten zu (Abb. 3). Mehrbogige Krümmungen teilen sich in die Länge der Wirbelsäule und können als Einzelkrümmungen keine extrem langen Wirbelbereiche überspannen. Sie schwingen kurz, haben meist nur einen einzelnen Neutralwirbel, erzeugen deutlich messbare Winkelwerte und werden somit selten unterschätzt. Einbogige Krümmungen können sich hingegen über lange Wirbelsäulenabschnitte erstrecken.



**Abb. 3** Vergleich der Cobb-Winkel von doppel- und einbogigen Krümmungen.

Sie haben oft mehrere parallele Neutralwirbel, die zum Krümmungsbe- reich gehören (Abb. 4); damit können sie selbst bei mittleren Winkelwerten enorme Deformitäten erzeugen (zugehörige Patientin siehe Abb. 2).

Der Cobb-Winkel erfasst die Krümmungsreichweite nicht. Es wäre ein sehr komplexes Unterfangen, die Korrelation von Krümmungsreichweite und Deformität zu quantifizieren. Eine gute „visuelle“ Abschätzung der Schwere einer Deformität kann man aber leicht durch die Flächen zwischen der C7-S1-Verbindungslinie und der Mittellinie der Wirbelkörper erhalten (siehe Abb. 3).

Im dreidimensionalen Raum sind diese Flächen nur schwer erfassbar – zum einen würde das entweder entsprechender Schrägaufnahmen oder aber einer 3-D-Rekonstruktion bedürfen, zum anderen würden sie auch in diesen Aufnahmen nur als Summe von Skoliose plus Kyphose/Lordose dargestellt. In der 2-D-Projektion wird der tatsächliche Flächeninhalt zwar wiederum um den Rotations-/Torsionsanteil reduziert „in die Ebene gepresst“ dargestellt, aber dennoch kann die Größe der projizierten Fläche ein wichtiges Maß für die Schwere von Skiosen sein – zumindest der Effekt der Krümmungsreichweite wird damit visuell erfasst. Der Flächeninhalt zwischen der projizierten „vertebral body line“ (siehe Abb. 3) [1] und der C7-S1-Verbindungslinie beschreibt das Ausmaß der skoliotischen Deformität umfassender als der bloße Cobb-Winkel. Der große Nachteil: Dieser Flächeninhalt ist schlecht „messbar“.

Zur Verdeutlichung werden im Folgenden Beispiele für Röntgen- und klinische Befunde von ein- und mehrbogigen Skiosen miteinander verglichen:

### Moderate Skiosen (20°–25°)

Die 12-jährige Patientin (Abb. 5a) hat zwei ausgeglichene Krümmungen von 22° und 23° Cobb. Beide Krümmungen haben moderate Reichweiten und Verdrehungen. Somit ergibt sich in Vorneige nur ein minimaler Rippenbuckel und Lendenwulst. Die meisten Orthopäden würden wahrscheinlich keinerlei Korsettversorgung verordnen. Alternativ wäre ein isoliertes Nachtkorsett zur Progredienzvermeidung gerechtfertigt und völlig ausreichend.

Ganz anders die knapp 12-jährige Patientin in Abbildung 5b. Der Cobb-

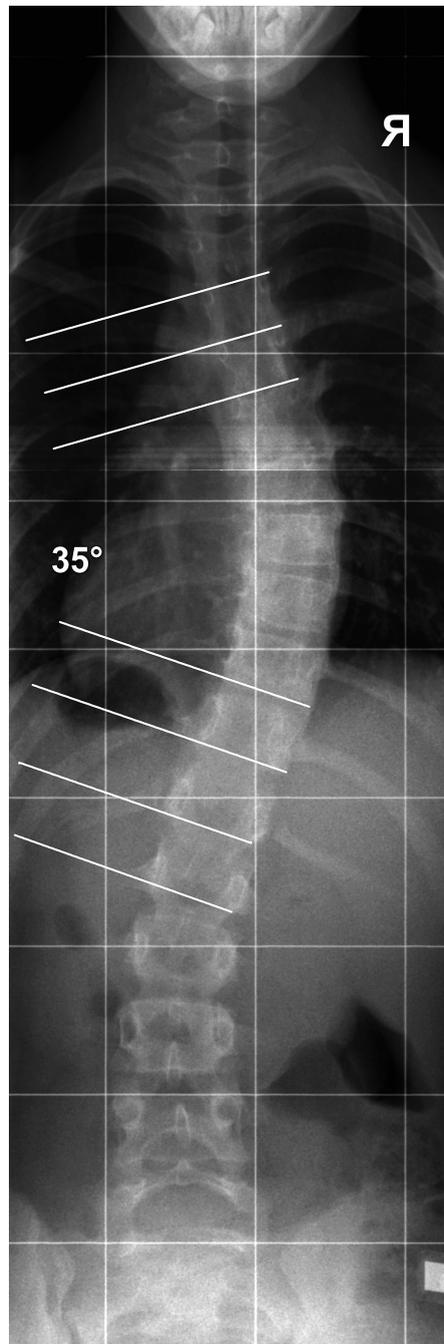


Abb. 4 Einbogige Krümmung, parallele Neutralwirbel.

Winkel der langen, einbogigen Krümmung beträgt zwar nur 20°. Dennoch verursacht die lange Einzelkrümmung eine beträchtliche Thoraxdeformität, die durch eine Nachtbehandlung allein keinesfalls korrigierbar ist. In diesem Fall ist trotz des milden Winkelwerts bereits die nächste Therapiestufe, sprich eine Ganztags-Korsettbehandlung, angezeigt.

### Mittelschwere Skiosen (25°–35°)

Skiosen mit mittleren Winkelwerten werden im Wachstumsalter in der Regel ganztags im Korsett behandelt.

Insofern gibt es keine therapeutischen Unterschiede der beiden Szenarien. Ausgeglichene, kurzbogige Doppelkrümmungen verursachen aber auch hier deutlich geringere Thoraxdeformitäten (Abb. 6a) als vergleichbare lange, einbogige Krümmungen (Abb. 6b).

### Höhergradige Skiosen im Grenzbereich zur OP (35°–50°)

Die Prinzipien sind für alle Winkelbereiche gleich. Im Grenzbereich zur OP sind die Thoraxdeformitäten der einbogigen Krümmungen jedoch entsprechend extrem. Auch hier sind die Deformitäten von doppelbogigen Krümmungen oftmals deutlich geringer. Die Skoliose der 15-jährigen Patientin in Abbildung 7b hat nur 38° und gehört nach klassischem Cobb-Indikationsschema in den Korsettbereich. Eine derartige Thoraxdeformität ist jedoch mit Korsett-Technik nicht beherrschbar, zumal sich eine einseitige Torsion nur sehr ungenügend durch Korsette beeinflussen lässt.

Im Gegensatz dazu erzeugt die kurzbogige 50°-Skoliose des 15-jährigen Patienten in Abbildung 7a keine gravierende Deformität. Obwohl man sich bei 50° Cobb im OP-Bereich befindet, kann man hier eine definitive OP-Entscheidung noch zurückstellen.

An diesen Beispielen wird deutlich, dass der Cobb-Winkelwert allein nicht als Indikator für eine OP-Entscheidung ausreicht. Die Beachtung derartiger Fehlerquellen und deren Auswirkungen auf die Einschätzung von Deformitäten könnten in der Therapie-Entscheidung in vielen Fällen zu einer besseren, befundgerechteren Versorgung führen.

## Gibt es alternative Messmethoden?

Vertieft man sich in die Komplexität einer skoliotischen Deformität, kommt man zu dem Schluss, dass der in die einzelne Ebene projizierte Cobb-Winkel der einfachste Vergleichswert ist. Die Darstellung seiner Schwächen zeigt allerdings, dass die Beurteilung von Skiosen und die Einteilung von Therapieschritten allein nach Cobb-Winkelwerten mangelhaft ist und dass die Beachtung der Transversalebene und der Krümmungsreichweite dringend erforderlich ist. Diese Faktoren wiegen in der Gesamtbeurteilung genauso schwer wie 2-D-Winkelwerte.



Abb. 5a Doppelbogige Skoliose mit 22° und 23° Cobb.

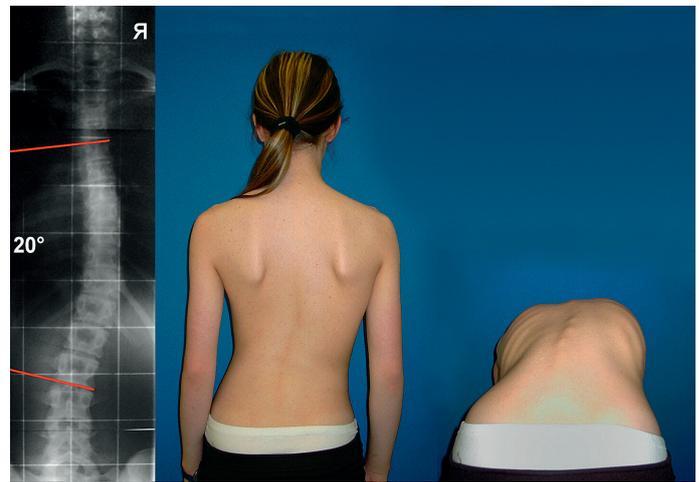


Abb. 5b Lange, einbogige Skoliose mit 20° Cobb.

Der deutliche Nachteil dieser Kriterien ist, dass sich ihr Einfluss auf die Deformität vergleichsweise schlecht quantifizieren lässt. In Zeiten evidenzbasierter Medizin wird in jedem Fall der Ruf nach Daten, Messwerten und Kenngrößen laut. Der Cobb-Winkel entspricht dieser Forderung in gewissem Maße. Aber für die anderen Faktoren muss nach Lösungen gesucht werden.

Eine „Pseudo-3-D-Erfassung“ der Wirbelsäule bieten simultane Röntgenverfahren wie z. B. das EOS-Imaging [3]. Bei diesen Verfahren wird die Wirbelsäule in einem Low-Dose-Verfahren simultan AP und lateral im Stehen geröntgt, und eine Software errechnet anhand von anatomischen Punkten ein 3-D-Image der Wirbelsäule, aus dem sich Rotations- und Torsionskomponenten ableiten lassen. Es ist vorstellbar, dass sich derartige Methoden zukünftig durchsetzen und sich früher oder später daraus ein Vergleichswert für transversale Komponenten skoliothischer Krümmungen entwickelt.

Was die Strahlenbelastung angeht, so wird in der heutigen Medizin schnell der Ruf nach dem MRT-Scan laut. Die derzeit üblichen MRT-Untersuchungen bieten aber ebenfalls nur deutlich fehlerbehaftete Ergebnisse. Die meisten Geräte arbeiten im Liegen, was sofort den Winkel verfälscht [4]. Zudem ergeben die resultierenden Schnittbilder noch lange keine räumlichen Winkelwerte.

Dazu bedarf es einer 3-D-Rekonstruktion. Mit 3-D-rekonstruierten Daten könnten zwar „theoretisch“ exakte Winkel im dreidimensionalen Raum ermittelt werden, aber wie erwähnt wären dazu „stehende“ Aufnahmen und zudem komplexe Rechensysteme nötig, um die einzelnen physiologischen und pathologischen Krümmungsanteile einer solchen dreidimensionalen Krümmung sauber voneinander zu trennen. Hier lassen Kosten und Aufwand einen Wechsel der Methode auch auf längere Sicht unwahrscheinlich erscheinen.

Bei der Suche nach einer strahlungsfreien Methode zur Quantifizierung der transversalen Komponenten der Deformität gelangt man natürlich auch zur Rasterstereografie. Sie erfasst Rotations-/Torsionskomponenten und könnte einen Beitrag zur genaueren Gesamtbeurteilung leisten. Zudem erfasst die Rasterstereografie die Daten in stehender Position, was für eine Beurteilung der bisherige Standard ist. Ein spürbarer Nachteil ist jedoch, dass in dieser Position Rippenbuckel und Lendenwulst bei Weitem nicht so gut sichtbar werden wie in Vorneige. Es ist wenig sinnvoll, die Deformität in der Position zu erfassen, in der der Betrag am geringsten und der Messfehler somit am größten ist. Sinnvoller wäre letztlich u. U. die Erfassung in Vorneige.

Hier bietet sich ggf. die Skoliometer-Messung an, die eine gewisse „Skalierung“ bietet, die aber genau wie die visuelle, klinische Beurteilung ein beträchtliches Maß an Erfahrung voraussetzt und sonst ebenfalls fehlerbe-

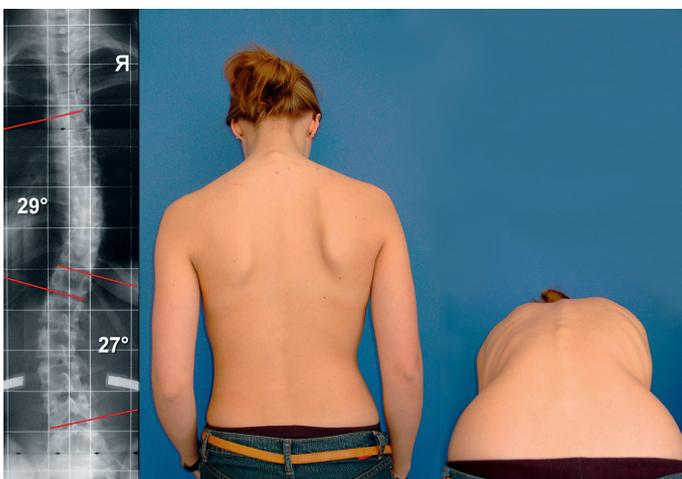


Abb. 6a Doppelbogige Skoliose mit 29° und 27° Cobb.

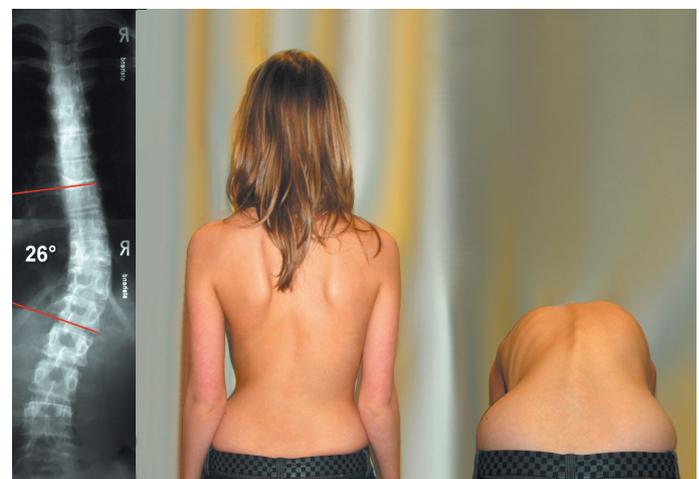


Abb. 6b Lange, einbogige Skoliose mit 26° Cobb.



Abb. 7a Doppelbogige Skoliose mit 50° und 39° Cobb.

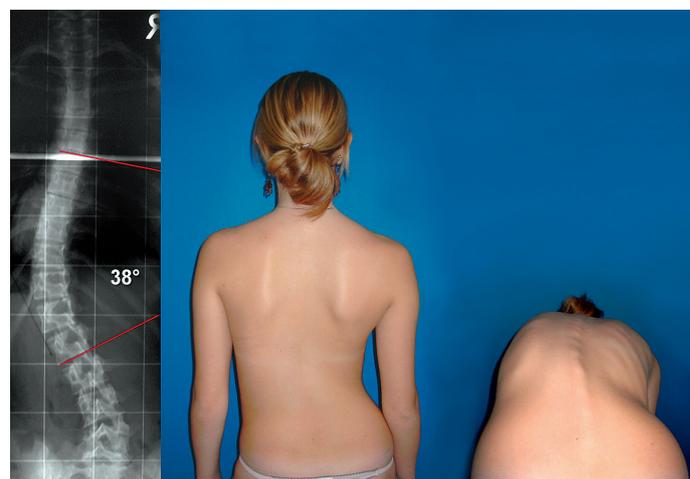


Abb. 7b Lange, einbogige Skoliose mit 38° Cobb.

haftet sein kann. Zudem manipuliert eine Korsettbehandlung die äußere Thoraxoberfläche oftmals deutlich effizienter als die inliegende Wirbelsäule. Damit wird die zwangsweise Korrelation von Oberfläche und Wirbelsäule beeinträchtigt, was zusätzlich Fehler bei oberflächenerfassenden Messmethoden nach sich zieht. Für die Reichweite der Krümmung könnte man über Krümmungsklassifikationen und Definition der jeweils zugehörigen Wirbel evtl. eine Einteilung erarbeiten. All diese Bemühungen verkomplizieren jedoch am Ende die Therapie-Entscheidung.

## Fazit

Auf dem Weg, eine einfache, praktikable Methode zur Therapie-Entscheidung zu empfehlen, kommt man derzeit an der Beibehaltung des Cobb-Winkels als Referenzwert kaum vorbei. Dennoch darf der Cobb-Winkel nicht allein „das Maß der Dinge“ sein. Da es derzeit keinen einheitlichen Standard gibt, der die anderen Komponenten der skoliotischen Deformität (Transversalebene mit Rotation/Torsion sowie Krümmungsreichweite) als Zahlenwert erfasst, muss man auf absehbare Zeit damit leben, dass verschiedene Systeme parallel Anwendung finden, die diese Argumente in die Therapie-Entscheidung einbeziehen. Dafür kommt nach wie vor zuallererst der visuelle, klinische Befund in Frage, der ergänzt wird durch Methoden wie Skoliometrie, Rasterstereografie oder 3-D-Imaging-Technologien.

Der Leser wird u. U. überrascht fragen: „Was ist denn daran neu? Das war doch schon immer so.“ Theoretisch war es so, in der praktischen Umset-

zung fixierte sich die Entscheidung jedoch allzu oft nur auf den Cobb-Winkel. Starre Grenzwerte verbieten dort u. U. notwendige operative Eingriffe oder suggerieren unnötige Therapien, wenn den anderen Faktoren in der Gesamteinschätzung zu wenig Gewicht beigemessen wird.

Eine definitive Therapie-Entscheidung sollte, wenn möglich, in einer spezialisierten Skoliose-Ambulanz von einem erfahrenen Wirbelsäulen-Orthopäden getroffen werden, der neben dem Cobb-Winkel den ergänzenden Kriterien deutlich mehr Bedeutung beimessen kann als allgemein üblich und der dafür bis zur Einführung eines umfassenden, neuen Standards auch „juristischen Spielraum“ braucht.

## Die Autoren:

Andreas Selle, OTM  
Orthopädie- und Rehathechnik  
Dresden GmbH  
Fetscherstraße 70  
01307 Dresden  
aselle@ord.de

OA Dr. med. Jens Seifert  
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus  
an der Technischen Universität Dresden,  
AöR  
Fetscherstraße 74  
01307 Dresden

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

## LITERATUR:

- [1] Stokes IA. Three-dimensional terminology of spinal deformity. A report presented to the Scoliosis Research Society by the Scoliosis Research Society Working Group on 3-D terminology of spinal deformity. *Spine*, 1994; 19: 236-248
- [2] Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P. Skoliose. In: Dies. (Hrsg.). *Duale Reihe Orthopädie und Unfallchirurgie*. 6., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme, 2009: 389-397
- [3] Courvoisier A, Drevelle X, Dubousset J, Skalli W. Transverse plane 3D analysis of mild scoliosis. *Eur Spine J*, 2013; 22 (11): 2427-2432
- [4] Schlotter ME. Überprüfung der Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit einer neuen MR-Ganzwirbelsäulenaufnahme-Technik für die Skiosediagnostik. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn, 2005