

1. Einleitung

Alle Fragen der Gebiss- und Schädelentwicklung umfassend zu beantworten, ist bis heute nicht gelungen. Neben den umweltbedingten Formungseinflüssen unterliegen die Wachstumsprozesse im Schädelbereich auch zahlreichen anderen Faktoren und zeichnen sich durch wechselseitige Abhängigkeiten aus. Während das Neurokranium primär unter dem Einfluss der Hirnentfaltung steht, ist die Ausprägung des Gesichtsschädels in erster Linie von muskulären und funktionellen Bedingungen abhängig. Die Schädelbasis hingegen wird von beiden Schädelanteilen beeinflusst und könnte damit auch als Mittlerin zwischen diesen Einheiten fungieren.

Eine erste Begriffsbestimmung für die Schädelbasis wurde bereits von VIRCHOW (1857) vorgenommen. Dabei konnten verschiedene knöcherne Strukturen als Einheit zusammengefasst und in zunächst anthropologischen Untersuchungen vermessen werden. Der mögliche Einfluss kraniobasaler Strukturen auf die Entwicklung des Gesichtsschädels, insbesondere der Orientierung der oberen und unteren Kieferbasis, wurde bisher nicht sicher nachgewiesen. Allerdings stellte HOPKIN schon 1968 die Frage, ob die Schädelbasis nicht auch als ätiologischer Faktor für die Ausbildung kraniofazialer Abweichungen angesehen werden könne.

Durch detaillierte Untersuchungen zum Wachstum des menschlichen Gesichts wurde auf die sehr komplexen Vorgänge aufmerksam gemacht: Es gelang ENLOW (1989) eindrucksvoll, auf die gegenseitige Beeinflussung verschiedener Struktureinheiten des Schädels hinzuweisen. Für ihn bildete die Schädelbasis das Fundament der Gesichtsentwicklung. Im Vergleich mit anderen Säugetieren fiel ENLOW die ausgeprägte vertikale Ausrichtung des Viszerokraniums beim Menschen auf, die als Folge der evolutionären Anpassung an die Grössenzunahme des Gehirns zu werten sei. Gerade diese Vertikalisation könnte für den besonderen Gesichtsschädelaufbau bei Vorliegen eines offenen Bisses eine wichtige Rolle spielen. Eine Möglichkeit, diese Zusammenhänge zu untersuchen, ist die Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen unter besonderer Berücksichtigung der Schädelbasis.

Andererseits gilt es insbesondere für die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom eines offenen Bisses umfassende Befunde zu erheben, um die Prognose und die notwendigen Behandlungsschritte richtig einschätzen zu können. Denn trotz zahlreicher Behandlungsmethoden, von einfachen herausnehmbaren Apparaturen über die fest-

sitzende Technik bis hin zum operativen Vorgehen, stellt der offene Biss eine besondere Herausforderung für den Behandler dar:

“In general, the vertical malocclusions are more difficult to correct than the antero-posterior ones. In anterior open-bite, the prognosis is either very good or very poor”
(RICHARDSON 1969)

1.1. Einteilung und Häufigkeit des offenen Bisses

1.1.1. **Einteilung**

In einer historischen Betrachtung stellten BREDY und BAUGUT (1982) die Entwicklung unterschiedlicher Einteilungen der Gebissanomalien unter besonderer Beachtung des offenen Bisses vor. Sie verwiesen auf die Vielzahl der Klassifizierungsversuche und auf die oft verwirrende Terminologie. Ihrer Ansicht nach hat erstmals CARABELLI den offenen Biss als *Mordex apertus* 1844 beschrieben und in eine Systematik der Zahnfehlstellungen eingeordnet. In der Folgezeit fehlte es ebenfalls nicht an Bemühungen, den offenen Biss in Beziehung zum Gesichtsschädel zu setzen oder ätiologische Überlegungen zu berücksichtigen. Eine einheitliche Definition konnte bisher jedoch nicht gefunden werden.

So formulierte KORKHAUS 1932: “Unter offenem Biss sei nicht etwa jede Nonokklusion der Zähne – auch in transversaler und sagittaler Richtung – verstanden, sondern lediglich eine Nonokklusion durch Abweichungen in vertikaler Richtung.”

Andere Autoren unterstützten diese Ansicht, nutzten aber unterschiedliche Ausmaße der Abweichung, um einen offenen Biss zu bestimmen: BARBRE und SINCLAIR (1991) beispielsweise werteten es als einen offenen Biss, wenn die oberen Schneidezähne weniger als das inzisale Drittel der unteren Schneidezähne bedeckten. Für SUBTELNY und SAKUDA (1964) war erst ein deutliches Klaffen Voraussetzung, um einen offenen Biss zu diagnostizieren. Sie lehnten es auch ab, einen Kantbiss dieser Anomalie zuzuordnen. Die Grösse der vertikalen Abweichung wurde von RAKOSI (1982) für die Einteilung in einen pseudooffenen bzw. in einen einfach oder kompliziert offenen Biss benutzt.

Andererseits lehnten KUBEIN-MEESENBERG und BORMANN (1982) die Messung des Überbisses als Abstand zwischen den Inzisalkanten der Schneidezähne ab. Sie wiesen auf die Bedeutung der sogenannten Nullpunktlinie, einer Verbindung der Umschlagpunkte der konvexen in die konkave Kurvatur der Palatinalfläche aller obo-

ren Schneidezähne, für eine regelrechte Frontzahnbeziehung hin. Sie führten die Begriffe “*funktionell*” und “*optisch*” offener Biss ein.

Zahlreiche Autoren unterschieden zum einen nach der Lokalisation zwischen frontal und seitlich offenem Biss, zum anderen nach dem Ausmaß der Anomalie. Dabei wurde anhand des Gesichtsschädelaufbaus der dentale (bzw. alveoläre) dem skelettal (bzw. gnathisch) offenem Biss gegenübergestellt (zum Beispiel: RICHARDSON 1969, NAHOUM 1977, RAKOSI 1982, JARABAK 1983, NANDA 1988, HARZER et al. 1989, NIELSEN 1991). REICHENBACH und BRÜCKL (1971) setzten in ihrer Einteilung der Gebissanomalien nach Leitsymptomen den offenen Biss in Beziehung zu seiner Ätiologie und teilten ihn in lutschaffen und rachitisch bzw. echten offenen Biss ein. Für NAHOUM (1975) galt ein dental offener Biss als erworben und typisch für Kinder und Jugendliche, während der skelettal offene Biss vorwiegend mit kraniofazialen Veränderungen im Schädelaufbau einhergehe und im Erwachsenenalter anzutreffen sei.

1.1.2. Häufigkeit

Die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses kann in allen Phasen der Gebissentwicklung auftreten. Bereits 1932 wurde durch KORKHAUS die Häufigkeitsabnahme der Anomalie vom frühen zum späten Wechselgebiss beschrieben. PAULERBERG (2000) wies bei 1000 Hallenser Kindergartenkindern ebenfalls altersabhängige Häufigkeiten nach. So fand sie in der Altersgruppe der 3-Jährigen bei 11,6%, jedoch für 6-Jährige nur bei 4,1% der Probanden einen offenen Biss. In einer Longitudinalstudie konnten KRÄMER et al. (1996) bei 10% der 3- bis 6-jährigen Kindergartenkinder einen offenen Biss feststellen. Eine Abnahme der Anomalie vom Milchgebiss (15 %) zum bleibenden Gebiss (1,5 %) bestätigte ebenfalls eine Untersuchung von HARZER et al. (1989).

Von SCHÜTZ (1992) wurde nach Auswertung von mehr als 3000 Patientenunterlagen der Erlanger Poliklinik für Kieferorthopädie bei 100 Patienten ein offener Biss ohne Berücksichtigung progner Tendenzen ermittelt. Dies entspricht einen Anteil von 2,9 %. Das Durchschnittsalter lag hierbei zwischen dem 11. und 12. Lebensjahr.

WARDLAW et al. (1992) bestimmten anhand der Fernröntgenaufnahmen von 1541 Patienten einer kieferorthopädischen Praxis in Arkansas 68 Patienten (4,4 %) mit einem frontal offenen Biss (Alter: 12 bis 20 Jahre). In einer anderen Untersuchung

wurde zwischen weißen (3,5 %) und schwarzen US-Amerikanern (16,3 %) unterschiedliche Häufigkeiten ermittelt (WATSON 1981). Die Bedeutung ethnischer Faktoren unterstrichen auch Untersuchungen von TSANG et al. (1997). Sie fanden unter mehr als 800 kieferorthopädisch unbehandelten Patienten in Hong Kong 104 Probanden mit einem frontal offenem Biss.

1.2. Ätiologie und Behandlungsnotwendigkeit

1.2.1. **Ätiologie**

Das Gebiss unterliegt während seiner Entwicklung einer Vielzahl von Einflüssen. HOTZ (1980) stellte in seinem Ätiologieschema die auf das Gebiss einwirkenden Faktoren und deren Wechselwirkungen dar. Für die Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses gelang es nicht, einen einzelnen Faktor verantwortlich zu machen.

Die große Bedeutung des Lutschens an Fingern und Gegenständen für die Entstehung eines vorwiegend dental offenen Bisses konnte durch zahlreiche Autoren unterstrichen werden (KORKHAUS 1932, HAUSSER 1954, KANTOROWICZ 1955, TAATZ 1960, SUBTELNY und SAKUDA 1964, FLEISCHER-PETERS 1967, NAHOUM 1977, FLEISCHER-PETERS und ZSCHIESCHE 1980, RICHARDSON 1981, JARABAK 1983, SCHLÖMER 1984, KLINK-HECKMANN und BREDY 1990). Eine Erklärung für die Häufigkeitsabnahme des offenen Bisses während des Heranwachsens sah KORKHAUS (1931) im Rückgang dieser Lutschgewohnheiten. RAKOSI (1982) betonte jedoch, dass Lutschgewohnheiten nicht zwangsläufig zu einem offenen Biss führen müssen: Etwas mehr als die Hälfte von 2000 Kindern im Vorschulalter zeigten eine normale Okklusion, obwohl eine positive Lutschanamnese vorlag.

Auf die Rolle der Mundatmung bzw. einer offenen Mundhaltung wurde in einer Reihe anderer Untersuchungen hingewiesen. In einem Tierexperiment gelang es HARVOLD (1973) durch Verlegen der hinteren Nasenwege, bei einem Rhesusaffen einen offenen Biss zu erzeugen. Klinische Studien von MOTTIL und PFISTER (1982), JONAS et al. (1982), LINDER-ARONSON (1983) und WOODSIDE et al. (1991) konnten die ungünstige Wirkung von adenoiden Veränderungen bzw. der Mundatmung auf die Gebissentwicklung aufzeigen. PAE et al. (1997) gelang es durch eine kephalometrische Auswertung, die Einengung des nasopharyngealen Raumes bei Patienten mit offenem Biss nachzuweisen. Der Zusammenhang zwischen Mundatmung, Kopfhäl-

tung und vertikaler Orientierung des Unterkiefers wurde beispielsweise durch VON TREUENFELS (1984), GROSS et al. (1994) und HELLSING (1989) erkannt.

Andere Autoren stellten funktionelle Dysbalancen des orofazialen Systems in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen. Neben einem ungünstigen Schluckmuster, fehlerhafter Sprachlautbildung und Zungenpressen wurde auch eine falsche Zungenlage als mögliche Ursache des offenen Bisses angegeben (HAUSSER 1954, HOTZ 1980, NAHOUM 1975, PROFFIT und VIG 1981, RAKOSI 1982, FIALA 1989, FADEL und MIETHKE 1994). Der Zusammenhang zwischen Fehlfunktionen der Zunge und der Funktion der gesamten orofazialen Muskulatur, insbesondere der Inkompetenz der Lippe, konnte durch FRÄNKEL und FRÄNKEL (1982) nachgewiesen werden. Die therapeutische Bedeutung des korrekten Lippenschlusses wurde auch von anderen Autoren bestätigt (GARLINER und GABLES 1982, SCHWARZ 1982). In einer interessanten Untersuchung fand LOWE (1980) eine Verbindung zwischen offenem Biss und veränderter Muskelaktivität. MOSS und SALENTIJN (1971) gelang es, Unterschiede der sogenannten kapsulären Matrix zwischen offenem und tiefem Biss aufzuzeigen. Sie lehnten die Ergebnisse von SUBTELNY und SAKUDA (1964) ab, die ein uneinheitliches Wachstum der Muskulatur für die Entstehung eines offenen Bisses verantwortlich machten.

Die Frage der Heredität konnte bisher nur sehr vorsichtig beurteilt werden. KLINKHECKMANN und BREDY (1990) schlossen für den gnathisch offenen Biss eine erbliche Komponente nicht aus. Nach Untersuchung mehrerer betroffener Familien gelangte TAMMOSCHEIT (1981) zu der Vermutung eines polygenen Vererbungsmodus für bestimmte Formen des offenen Bisses, jedoch ließ sich im Einzelfall das Vorliegen eines Syndroms nicht sicher ausschließen. RAKOSI und JONAS (1989) ordneten den skelettal offenen Biss den vererbaren Dysgnathien zu, wiesen jedoch auf die Bedeutung der Umweltfaktoren für die Ausprägung des Phänotyps hin. Als wichtiger endogener Faktor für die Entstehung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses wurde von zahlreichen Untersuchern das Vorliegen eines ungünstigen vertikalen Wachstumsmusters hervorgehoben (unter anderem: SUBTELNY und SAKUDA 1964, NAHOUM 1977, RICHARDSON 1981, JARABAK 1983, KLINKHECKMANN und BREDY 1990). Gleichwohl konnten andere Autoren nachweisen, dass ein vertikales Wachstumsmuster nicht zwangsläufig zum offenen Biss

führt, sondern offenbar eine dentoalveoläre Kompensation möglich ist (OPDEBEEK et al. 1978, DUNG und SMITH 1988, NANDA 1988, NIELSEN 1991, PANCHERZ und GROTEN 1993, HERING et al. 1999).

Als Hauptursache für die Entwicklung eines offenen Bisses sahen KANTOROWICZ (1931) und KORKHAUS (1932) eine rachitische Deformierung der Kieferknochen. Durch die Einführung prophylaktischer Massnahmen konnte eine Rachitis in jüngster Zeit nur in Einzelfällen beobachtet werden. So fand SCHÜTZ (1992) unter 100 Patienten mit einem offenem Biss lediglich 2 Probanden, deren Anamnese auf eine Rachitis im Säuglingsalter schließen ließ. Ebenfalls als eine seltene Erscheinungsform wurde der offene Biss in Zusammenhang mit einigen syndromalen Erkrankungen beschrieben (RICHARDSON 1981, KLINK-HECKMANN und BREDY 1990, TAKEYAMA et al. 1990).

Als Folge einer zahnärztlichen Behandlung wurde in Einzelfällen auf den sogenannten iatrogen offenen Biss hingewiesen. FREITAG und ZILZ (1996) berichteten von 4 Patienten, deren okklusale Verschlüsselung sich durch eine lange Anwendung von Aufbissbehelfen bzw. durch die Eingliederung einer Molarenkrone aufhob. Eine übermäßige Dehnungstherapie bei knappem frontalem Überbiss, das Tragen eines hohen offenen Artikulators oder ungünstiger Einsatz des zervikalen Headgear wurden von einer Reihe anderer Autoren als mögliche Ursachen für die Bissöffnung während einer kieferorthopädischen Behandlung angegeben (HOTZ 1980, RAKOSI 1982, SCHÜTZ 1992).

1.2.2. **Behandlungsnotwendigkeit**

Eine regelrechte Frontzahnbeziehung gilt für die wichtigen Aufgaben des Kauorgans als notwendig. Sowohl die Abbeissfunktion, das Schlucken und die Sprachlautbildung werden durch einen frontal offenen Biss erheblich eingeschränkt. Ein fehlender Überbiss kann sehr oft einer ungünstigen Mundhaltung und damit unter anderem auch einem erhöhten Karies- und Infektionsrisiko Vorschub leisten. Neben funktionellen Beeinträchtigungen ist abhängig von der Ausprägung dieser Anomalie ebenfalls eine ästhetische Beeinträchtigung zu erwarten.

Über einen Zusammenhang zwischen Funktionsstörungen des stomatognathen Systems und dem offenen Biss konnten bislang nur einige zuverlässige Aussagen ge-

macht werden. Anhand einer beobachteten Abflachung der Kondylenbahn wies OTT (1982) auf die Bedeutung einer fehlenden Frontzahnführung für die Herausbildung funktioneller Störungen hin. BAUER et al. (1995) zeigten in ihrer Untersuchung signifikante morphologische Veränderungen der Kiefergelenke unter anderem auch bei Vorliegen dieser Gebissanomalie. Nach Hinweisen auf eine Beziehung zwischen offenem Biss und Myalgien bzw. Osteoarthrose gelangten PULLINGER und SELIGMAN (1991) zu der Forderung, bei fehlendem Überbiss eine genaue Kiefergelenksdiagnostik vorzunehmen.

1.3. Diagnostische Bedeutung des Fernröntgenseitbildes

Neben den dreidimensional getrimmten Modellen und der Panorama-Schichtaufnahme erlangte das Fernröntgenseitbild seit Einführung in den 30er Jahren durch HOFRATH und BROADBENT eine immer größere Verbreitung. Als besonders vorteilhaft erwies sich die Beurteilbarkeit vieler Strukturmerkmale des Gesichtsschädels, der vertikalen und sagittalen Einlagerung des Gebisses und der Weichteilrealitionen (RAKOSI und JONAS 1989).

Klinische Relevanz und wissenschaftlicher Wert des Fernröntgenseitbildes wurden von zahlreichen Autoren überprüft (RICHARDSON 1966, GRAVELY und BENZIES 1974, AHLQUIST et al. 1986, WYLIE 1987, EICHENTOPF 1991, HEITMANN 1998 u.a.). Bereits 1935 maß SCHWARZ der Fernröntgenanalyse eine hohe diagnostische Bedeutung zu. Vor allem für schwere Gebissfehlbildungen, zum Beispiel auch bei Vorliegen eines offenen Bisses, forderte er eine sorgfältige kephalometrische Auswertung. Andere Untersucher betonten jedoch die Fehlermöglichkeiten bei der Auswertung der Fernröntgenseitenaufnahme und stellten deren klinische Bedeutung in Frage (MOYER und BOOKSTEIN 1979, MOSS 1983).

Für die Analyse eines Fernröntgenseitbildes wurden anatomische, konstruierte und projektionsbedingte Referenzpunkte vorgeschlagen, deren Zahl sich nach DRESCHER (1994) auf weit mehr als 200 belaufen soll. Es konnte deutlich gemacht werden, dass die Identifizierung der kephalometrischen Referenzpunkte als eine der größten Fehlerquellen anzusehen ist (FREISFELD 1973, HOUSTON 1983, SCHOPF 1994, TNG et al. 1994). BAUMRIND und FRANTZ (1971) forderten deshalb, Referenzpunkte präziser zu definieren und solche Punkte zu vermeiden, die sich durch die Unzulänglichkeiten der Fernröntgenaufnahme nur schwer bestimmen lassen. MIETHKE (1989) wies zu-

sätzlich den erheblichen Einfluss des individuellen Messfehlers nach und betonte die Bedeutung von persönlicher Erfahrung und Sorgfalt des Untersuchers. HOUSTON (1983) kritisierte die oft fehlende Beurteilung der Messgenauigkeit vor allem bei wissenschaftlichen Untersuchungen und zweifelte damit den Wert dieser Ergebnisse an.

Um die Genauigkeit einer Messung anzugeben, kamen eine Reihe statistischer Verfahren zum Einsatz (DAHLBERG 1940, HOUSTON 1983, BLAND 1986, BLAND und ALTMANN 1990, WARDLAW et al. 1992). Als wichtige Voraussetzung galt dabei das mehrfache und möglichst erinnerungsfreie Auswerten eines Fernröntgenseitbildes von nur einem Untersucher. Weite Verbreitung fand zunächst der Methodenfehler nach DAHLBERG (Formel siehe S. 25), jedoch wurde von HASUND auf die starke Beeinflussung dieses Wertes durch einzelne "Ausreißer" hingewiesen (DAHLBERG 1940, SEGNER und HASUND 1994). Durch die Angabe des Zuverlässigkeitskoeffizienten konnte der Methodenfehler in Relation zu der biologischen Varianz einer Variable gesetzt werden (HOUSTON 1983).

Zahlreiche Analysen versuchten, die Komplexität des Gesichtsschädels metrisch zu erfassen (DRESCHER 1994). Als Grundlage hierfür dienten vor allem Vergleiche mit Normwerten, die nach Auswertung mehr oder minder großer Probandengruppen mit annähernder Normokklusion erstellt wurden. Nach Gegenüberstellung unterschiedlicher Methoden kritisierten einige Untersucher dieses Vorgehen und lehnten absolute Messwerte ohne Beachtung individueller Besonderheiten ab (KLINK-HECKMANN 1982, SCHMUTH 1988 und andere). Von diesen Überlegungen ausgehend entwickelte HASUND (1974) das Konzept der individualisierten Kephalometrie und der fließenden Norm. Mit seiner Analyse konnte er wichtige Zusammenhänge des individuellen Gesichtsschädelaufbaus unter Berücksichtigung therapeutischer Konsequenzen aufzeigen (SEGNER und HASUND 1994). Die Bedeutung dieser kephalometrischen Analysen für die Behandlungsplanung, vor allem auch bei einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie, wurde von anderen Autoren bestätigt (STEINHÄUSER und JANSON 1988, BECKMANN 1997, TOLLARO et al. 1996, FRANCHI et al. 1998).

1.3.1. Kephalmetrische Befunde beim offenen Biss

Das Fernröntgenseitbild erwies sich als nützliches Hilfsmittel zur Beurteilung der vertikalen Relation. Neben der prognostisch wichtigen Trennung eines dentalen von einem skelettal offenen Biss konnten sowohl Aussagen über die Art der möglichen Abweichungen des Gesichtsschädelaufbaus als auch über das Wachstumsmuster getroffen werden (NAHOUM 1977, RAKOSI 1982, SCHOPF 1982, JARABAK 1983, CANGIALOSI 1984, NANDA 1988).

Durch den Vergleich zwischen Patienten mit einem offenen und einem tiefen Biss bzw. annähernd normgerechter Okklusionsverhältnisse konnten wichtige Merkmale des Gesichtsschädelaufbaus dargestellt werden (RICHARDSON 1969, NAHOUM et al. 1972, NANDA 1988, TROUTEN et al. 1983). Von BRÜCKL und RUDOLPH (1959) wurde bereits auf die hohe Variabilität kephalometrischer Messergebnisse bei Vorliegen eines offenen Bisses hingewiesen, so dass sich im Einzelfall sicher die Abweichungen charakterisieren lassen, aber allgemeine Aussagen zu den vertikalen und sagittalen Relationen nicht immer eindeutig sind.

RICHARDSON (1969) konnte bei dem Vergleich zwischen 110 Patienten mit offenem und tiefem Biss signifikante Unterschiede in der vorderen Gesichtshöhe und dem Kieferwinkel nachweisen. Eine Vergrößerung der vorderen und vorderen unteren Gesichtshöhe bei Vorliegen eines offenen Bisses wurde von anderen Autoren bestätigt (SASSOUNI und NANDA 1964, SUBTELNY und SAKUDA 1964, NAHOUM et al. 1972, NAHOUM 1975, LOPEZ-GAVITO et al. 1985, NANDA 1988, JONES 1989, KATSAROS und BERG 1993).

NAHOUM et al. (1972) zeigten in ihrer Untersuchung eine Verkürzung der hinteren Gesichtshöhe und der Ramushöhe, aber auch die Vergrößerung des Winkels zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkiefer bzw. zwischen Ober- und Unterkiefer bei Patienten mit einem offenen Biss. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen gelangte CANGIALOSI (1984) nach Auswertung von 60 Fernröntgenseitbildern. Die Unterschiede der hinteren Gesichtshöhe und der Ramushöhe konnten durch NANDA (1988) nicht bestätigt werden. Der Winkel zwischen vorderer Schädelbasis und dem Oberkiefer (NL/NSL-Winkel) wurde in der Vergangenheit unterschiedlich bewertet. Im Vergleich zwischen offenem und tiefem Biss fanden beispielsweise SASSOUNI und NANDA (1964) signifikante Unterschiede dieser Variablen: Der frontal offene Biss war mit einem verkleinerten Winkel behaftet. Im Gegensatz dazu konnten SUBTELNY

und SAKUDA (1964), FROST et al. (1980) und LOWE (1980) diesen Zusammenhang nicht bestätigen.

Neben skelettalen Veränderungen konnte auch der Einfluss der Schneidezahnstellung auf die Ausprägung der Gebissanomalie mit dem Leitsymptom des offenen Bisses nachgewiesen werden. In Übereinstimmung mit zahlreichen anderen Autoren fanden BARBRE und SINCLAIR (1991) im Vergleich zu Patienten mit Normokklusion eine deutliche Protrusion der oberen Schneidezähne und kamen zu dem Schluss, dass ein dentaler Ausgleich der Anomalie im Einzelfall zu prüfen wäre. Auf die Möglichkeit einer Kompensation des offenen Bisses durch eine natürliche, aber nicht konstante Anpassung der Alveolarfortsätze wurde durch einige andere Untersuchungen hingewiesen (PANCHERZ und GROTEN 1993, EHMER et al. 1995, BECKMANN et al. 1998).

Tabelle 1.1. gibt einen Überblick wichtiger kephalometrischer Mittelwerte bei Patienten mit einem frontal offenen Biss. Diese Untersuchungsergebnisse ergaben zwar Hinweise auf die skelettalen Relationen, sollten jedoch vorsichtig interpretiert werden, da zum einen ethnische und zum anderen methodische Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchern vorlagen. Neben den verschiedenen Definitionen für den offenen Biss wurden unterschiedliche Auswahlkriterien und Altersgruppen berücksichtigt. So fielen im Vergleich mit den entsprechenden Normwerten (RAKOSI und JONAS 1989, SEGNER und HASUND 1994) folgende Mittelwertabweichungen auf:

- Tendenz zur Retrognathie mit vergrößertem ANB-Winkel
- Tendenz zur anterioren Neigung des Oberkiefers
- Vergrößerung des ML/NL-Winkels (Basiswinkel)
- posteriore Neigung des Unterkiefers (ML/NSL- Winkel vergrößert)

Tab. 1.1. Übersicht verschiedener Untersuchungsergebnisse (MW=Mittelwert)

Untersucher, Jahr, Ort	SUBTELNY und SAKUDA 1964, Rochester	CANGIALOSI 1984, New York	LOPEZ-GAVITO et al., 1985, Washington	SCHÜTZ, 1992, Nürnberg- Erlangen	BECKMANN 1997, Hamburg	TSANG et al., 1998, Hong Kong
Patienten Zahl Alter	25 über 12 Jahre	60	41 10,6-21 J.	62 durchschnittl.11,5 J.	83 6-26 J. (MW 11,9)	104 14-35 J.(MW 23 J.)
Definition des offe- nen Bisses	vertikaler Überbiss mind. -1mm	vertikaler Überbiss mind. -1mm	mind. 3mm Abstand zwischen UK- und OK-Schneidezahn	offener Biss mit skelettalen Ab- weichungen	fehlender vertika- ler Überbiss	vertikaler Überbiss mind. -1mm
SNA- Winkel	80,1°		79,4°	79,9°	81,5°	81,1°
SNB- Winkel	75,9°		74,0°	75,3°	75,9°	79,9°
ANB- Winkel	4,2°	nur neutrale Biss- lage untersucht	5,3°	4,6°	5,2°	1,2°
NL/NSL- Winkel	7,3°	7,1°	5,9°	7,2°	7,3°	9,5°
ML/NSL- Winkel	39,2°	38,3°	39,8°	40,4°	38,2°	41,4°
ML/NL- Winkel	31,2°	31,4°	34,1°	33,6°	30,9°	31,9°
Gesichtshöhenverh. n. JARABAK		60,2%	61,2%	60,3%		62%
Index nach HASUND		74,0%	71,3%	76,0%	76,5%	71,1%

Für das Gesichtshöhenverhältnis nach JARABAK konnten in allen Untersuchungen Durchschnittswerte unterhalb des Normbereichs von 62%-65%, das heißt ein vertikaler Wachstumstyp, ermittelt werden. Allerdings fanden sich für das Verhältnis zwischen der unteren und oberen vorderen Gesichtshöhe (Index) im Mittel größere Werte als der Grenzwert von 71 %, der bei Unterschreiten das Vorliegen einer offenen Relation anzeigt (SEGNER und HASUND 1994). Aus diesem Grund wurden durch BECKMANN (1997) mehr als 80 Fernröntgenaufnahmen vor und nach der Behandlung eines offenen Bisses ausgewertet. Er kam zu dem Ergebnis, dass der Normwertbereich für diese Variable veränderte werden sollte, und schlug vor, ein normgerechtes Verhältnis zwischen 76% und 82% anzunehmen.

Diese Untersuchung wies ebenfalls nach, dass eine einzelne Messgröße nicht für die sichere Beurteilung und Prognose des Überbisses herangezogen werden kann. Vielmehr ergab sich aus der hohen Variabilität der Messwerte die Notwendigkeit, verschiedene Kombinationen kephalometrischer Variablen vorzuschlagen, um den Gesichtsschädelaufbau in der sagittalen und vertikalen Relation beurteilen zu können. Als besonders nützlich erwiesen sich dabei die Auswertungen der Harmoniebox nach HASUND oder das Schema nach SCHOPF (SEGNER und HASUND 1994, SCHOPF 1994).

Besonders unter dem Blickwinkel therapeutischer Aufgaben wurden von einigen Autoren verschiedene Einteilungsformen des offenen Bisses anhand der Fernröntgenseitenaufnahme vorgenommen.

RAKOSI (1982) beschrieb die unterschiedlichen Neigungsverhältnisse der Kieferbasen in Kombination mit dem Wachstumsmuster. Eine Anteinklination des Oberkiefers, das heißt ein verkleinerter Winkel zwischen Oberkiefer und vorderer Schädelbasis, in Verbindung mit einem vertikalen Wachstumsmuster würde seiner Ansicht nach zu einer besonders starken Ausprägung des offenen Bisses führen. Dagegen könnte ein horizontales Wachstumsmuster oder eine Retroinklination des Oberkiefers, also die Vergrößerung des Winkels zwischen Oberkiefer und vorderer Schädelbasis, teilweise kompensierend wirken. Von diesen Überlegungen ausgehend teilte RAKOSI (1982) deshalb den skelettal offenen Biss in zwei Gruppen: Zum einen mit Ursache im Untergesicht durch vertikales Wachstum, zum anderen ursächlich im Mittelgesicht mit Anteinklination des Oberkiefers.

Nach Auswertung von 325 Fernröntgenbildern wurde von JARABAK (1983) auf verschiedene Formen des offenen Bisses hingewiesen. Die erste Form zeichnete sich durch Veränderungen im Mittelgesicht aus. Neben einer anterioren Neigung des Oberkiefers würden die Protrusion der oberen Schneidezähne und die verkürzte Ramushöhe Anteil an der Ausprägung der Gebissanomalie haben. Als zweite Form des offenen Bisses beschrieb JARABAK (1983) die Kombination mit einer Mesialbisslage (vergleiche auch ELLIS und MCNAMARA 1984). Eine dritte Form wurde als typisch für Afrikaner mit einer prognathen Einlagerung der Kieferbasen im Gesichtsschädel (SNA-Winkel $> 84^\circ$) ebenfalls in Verbindung mit einer Protrusion der oberen Schneidezähne angegeben (siehe auch JONES 1989). Zudem wies JARABAK (1983) auf den möglichen Einfluss der hinteren Schädelbasis hin, die durch ihre stärkere Abknickung (NSAr-Winkel kleiner 110°) eine veränderte Lage der Kiefergelenke bedingen kann. Andererseits betonte der Autor auch die Bedeutung der Lutschgewohnheiten für die Entstehung eines überwiegend dental offenen Bisses.

Eine weitere Einteilung des skelettal offenen Bisses wurde durch SCHÜTZ (1992) anhand der Harmoniebox (SEGNER und HASUND 1994) vorgenommen: Als Typ I bezeichnete die Autorin einen offenen Biss mit vertikalem Wachstum und Divergenz der Kieferbasen, einen Typ II nur mit Divergenz der Kieferbasen und einen Typ III, bei dem ausschließlich ein vertikales Wachstumsmuster vorlag.

1.4. Die Schädelbasis im Fernröntgenseitbild

Nach Einführung der Kephalemetrie in das Fachgebiet der Kieferorthopädie gelang es, die zweidimensionale Projektion der Schädelbasis in die verschiedensten Analysemethoden aufzunehmen. Einheitliche Auffassungen bestanden dabei über die hintere Schädelbasis, die sich aus einem Teil der Pars basilaris des Os occipitale und Anteilen des Corpus ossis sphenoidales zusammensetzt. Zur vorderen Schädelbasis hingegen wurden unterschiedliche Abgrenzungen getroffen. So ordneten einige Autoren die Lamina cribrosa oder das Nasion ebenfalls der Schädelbasis zu (BJÖRK 1955, RAKOSI 1979, ENLOW 1989).

Viele Analysen des Fernröntgenseitbildes bezogen die vordere Schädelbasis in die Auswertung ein. Sehr häufig diente die Verbindung zwischen Nasion und Sella als

Referenzlinie. Jedoch wurde nachgewiesen, dass weder der Nasion- noch der Sella-punkt während des Wachstums als stabil angesehen werden können (FRÄNKEL und FRÄNKEL 1982, ENLOW 1989). ENLOW (1989) riet deshalb zu einer vorsichtigen Interpretation der gewonnenen Messwerte und empfahl, unter Umständen weitere kephalometrische Referenzpunkte anzuwenden. So führte er Überlagerungen von Fernröntgenseitbildern im Bereich der Lamina cribrosa (Foramen caecum) durch und wies auf die verhältnismäßig geringen Lageveränderungen im Bereich des Referenzpunktes Sphenoidale hin.

Neben den unterschiedlichen Streckenmaßen wurde vor allem der Winkel zwischen vorderer und hinterer Schädelbasis in verschiedenen Untersuchungen bewertet. SEGNER und HASUND (1994) fanden so deutliche Zusammenhänge zwischen dem NSBa-Winkel und dem Gesichtsschädelaufbau, dass sie diese Variable in ihr Harmonieschema einbezogen.

Eine Reihe anderer Autoren setzte ebenfalls kephalometrische Messwerte der Schädelbasis in Beziehung zur sagittalen Relation der Kieferbasen. Eine Zunahme der Schädelbasislänge und des NSAr-Winkels von einer Mesialbisslage über einen Neutralbiss zu einer Distalbisslage mit Protrusion der Schneidezähne wurde durch HOPIKIN et al. (1968) bereits beschrieben. Auch eine Vergrößerung des SNAr-Winkels fand JÄRVINEN (1984) bei Patienten mit Distalbiss im Vergleich zu Patienten mit einer mesialen Bisslage. Er konnte jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Distalbiss und Neutralbiss nachweisen. Im Gegensatz dazu beobachteten KERR und HIRST (1987) zwar einen vergrößerten Schädelbasiswinkel in der Gruppe mit Distalbiss. Die Autoren gaben jedoch kein Signifikanzniveau für den Unterschied zum Neutralbiss an. Sie betonten die hohe Bedeutung des SNBa-Winkels, in dem sie nach Durchführung einer Diskriminanzanalyse eine richtige Zuordnung der Probanden in die Gruppe mit Distal- bzw. Neutralbiss für 72,9% anhand dieser einen kephalometrischen Variable nachwiesen. Allerdings fanden sie einen derart deutlichen Zusammenhang nur bei 5-jährigen Patienten. Für die Probanden im Alter von 10 Jahren konnten sie eine gute Einordnung der Patienten in die entsprechende Dysgnathiegruppe erst unter Zuhilfenahme der Ober- und Unterkieferlänge als zusätzliche Faktoren erreichen.

Für Patienten zwischen dem 10. und 12. Lebensjahr führten BACON et al. (1992) vergleichbare Untersuchungen durch: Unter Einbeziehung der vorderen Schädelbasislänge bzw. der NSBa-, NBaS- und SNBa-Winkel gelang ihnen zwar der Nachweis signifikanter Unterschiede (NAr-Strecke, NSBa- und NBaS-Winkel) zwischen Patienten mit einer Angle-Klasse-II und Patienten mit annähernd normgerechten Okklusionsverhältnissen. In Übereinstimmung mit JÄRVINEN (1984) und HILDWEIN et al. (1986) beobachteten BACON et al. (1992) für den Distalbiss vor allem Unterschiede in der Konfiguration der hinteren Schädelbasis. Mit einer Diskriminanzanalyse gelang ihnen lediglich für 62% der 45 Patienten eine richtige Klassifizierung in die Gruppe mit Distalbiss. Als mögliche Erklärung gaben die Autoren die beträchtliche Variabilität der kephalometrischen Messwerte im Bereich der Schädelbasis an, die durch eine große Standardabweichung nachgewiesen wird. Eine Beziehung zur vertikalen Relation konnten BACON et al. (1992) nicht finden, allerdings zogen sie auch nur den Winkel zwischen vorderer Schädelbasis und Unterkiefer in ihre Betrachtung ein.

Nach Auswertung von 104 Fernröntgenbildern Kopenhagener Studenten führte SOLOW (1966) umfangreiche korrelationsstatistische Berechnungen durch, um die Abhängigkeit kephalometrischer Variablen voneinander zu ermitteln. Unter anderem wurden auch schädelbasisbezügliche Messwerte, sowohl Winkel- als auch Streckenmaße, in Beziehung zur vertikalen Relation gesetzt. Es ergaben sich für die Kombinationen mit dem NL/NSL-, ML/NSL- und ML/NL-Winkel lediglich schwache Zusammenhänge mit Beträgen des Korrelationskoeffizienten unter 0,35.

Ebenfalls schwache Korrelationen zwischen sagittalen bzw. vertikalen Messwerten und dem Schädelbasis-Knickungswinkel nach LANZERT fanden RÖHL und TIETZ (1996) in einer umfangreichen Wachstumsstudie, die insgesamt 394 Fernröntgenseitbilder umfasste. Gleichzeitig konnten sie nachweisen, dass der "Sellablock" eine relativ konservative Struktur im Hinblick auf die Wachstumsveränderungen darstellt.