

# Dentale und skelettale Effekte der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination

## Eine klinische Studie behandelter Patienten

A. Wichelhaus, F. G. Sander

Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität Ulm

**Zusammenfassung:** Bei der Behandlungsplanung der hier vorgestellten Patientengruppe (n = 30) mit einer dentalen und skelettalen Anomalie der *Angle*-Klasse II stand neben einer skelettalen und dentalen Korrektur die Abschwächung vertikaler Wachstumstendenzen durch die Beeinflussung der skelettalen Strukturen im Oberkiefer und die daraus resultierende Reaktion des Unterkiefers im Vordergrund. Bei allen Patienten stellte sich das gewünschte Behandlungsergebnis ein. Trotzdem waren die Auswirkungen bei den einzelnen Patienten hinsichtlich der skelettalen Beeinflussung unterschiedlich ausgeprägt. Besonders hilfreich war es bei der Therapie, daß neben der Einflußnahme auf die Inklination der Oberkiefergrundebene auch eine Beeinflussung der Okklusionsebene in gleicher Richtung erfolgte. Durch die zusätzliche Anwendung eines High-pull-Headgears konnte der Oberkiefer in seinem Wachstum deutlich gehemmt und die Neigung der Oberkiefergrundebene beeinflusst werden. Auch schwierigere skelettale Diskrepanzen, sowohl sagittal als auch vertikal, können so mit der Vorschubdoppelplatte in Kombination mit einem High-pull-Headgear therapiert werden. So ist es auch bei ausgeprägt vertikal wachsenden Patienten möglich, eine Vorverlagerung des Unterkiefers zu erzielen, ohne daß daraus ein offener Biss resultiert. Retrospektiv betrachtet war die Behandlungsplanung dieser Patienten völlig korrekt. Es sollte jedoch nicht übersehen werden, daß zur Erreichung eines guten Behandlungsergebnisses die Änderung der Okklusionsebene einen zusätzlichen entscheidenden Einfluß hatte.

### Dental and Skeletal Effects of the Bite-Jumping Appliance High-Pull Headgear Combination. A Clinical Study of Treated Patients

**Summary:** While planning treatment of the 30 patients with a dental and skeletal class II anomaly on which this study is based, the primary treatment goals were correction of the dental and skeletal structures and attenuation of vertical growth by means of influencing the maxillary skeletal structures and the resultant mandibular reaction. The desired treatment results were achieved in all patients. Even so, however, the effects on individual patients in respect to skeletal influences were markedly different. It was especially helpful that during therapy simultaneously with exerting influence on the maxillary base plane, the influencing of the occlusal plane occurred in the same direction. Through the additional application of high-pull headgear, maxillary growth was clearly restrained and the inclination of the maxillary base plane inhibited. Even difficult skeletal discrepancies, sagittal as well as vertical, can be treated with the bite-jump appliance in combination with a high-pull headgear. This also makes it possible to achieve protrusive repositioning of the mandible in patients with a pronounced vertical growth pattern without causing an open bite. In retrospect the patients' treatment plans proved to be completely appropriate, however, the fact should not be overlooked that changing the occlusal plane is essential for the realization of a positive therapeutic result.

Die Vorschubdoppelplatte nach Sander ist ein sehr effizientes funktionskieferorthopädisches Gerät zur Korrektur der dentalen und skelettalen Klasse-II-

Anomalie. Bei Patienten mit ausgeprägten skelettalen Diskrepanzen und/oder einer Klasse-II-Anomalie mit vertikalem Wachstumsmuster verwenden wir bevorzugt die Vorschubdoppelplatte in Kombination mit einem High-pull-Headgear (Abb. 1). Zur Steigerung der skelettalen Wirkung wurden funktionskieferorthopädische

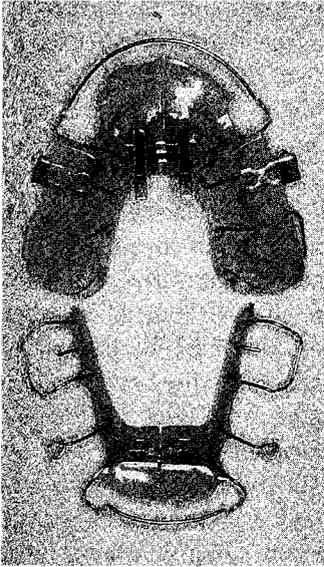


Abb. 1. Eingesetzte Vorschubdoppelplatte bei der hier untersuchten Patientengruppe mit Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination. Seitlicher Aufbiß im Oberkiefer und darin eingebaute Headgear-Aktivator-Röhrchen zur Aufnahme des High-pull-Headgears wurden zusätzlich angewandt.

Geräte mit extraoralen Zügen kombiniert [3, 4, 8, 10, 18, 24, 27, 28, 37–39, 53, 54, 63]. Bei den funktionskieferorthopädischen Geräten allein fand sich kein bzw. nur ein geringer Einfluß auf das Oberkieferwachstum [2, 8, 9, 11–13, 17, 20–22, 26, 29, 31, 51–54, 62]. Pfeiffer u. Grobéty [37, 38] beschrieben erstmals die Kombination eines Aktivators mit einem an den Sechsjahrsmolaren befestigten Low-pull-Headgear, Hasund [18] die Kombination mit einem High-pull-Headgear. Teuscher [53, 54] nutzt zusätzlich zum Aktivator einen High-pull-Headgear, den er direkt an einpolymerisierten Attachments des Aktivators verankert. Van Beek [4] und Lehmann [28] arbeiten den Headgear gleich in die Kunststoffbasis des Aktivators mit ein. Neben dem zusätzlichen Effekt auf den Oberkiefer im Sinne einer Wachstumshemmung soll bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination durch die Wahl der Länge der Außenarme und die Inklination der schiefen Ebene die Vorschubdoppelplatte im Unterkiefer Einfluß auf den Oberkiefer im Sinne einer Änderung der Wachstumsrichtung genommen werden (Abb. 2 und 3). Der Headgeareffekt der Vorschubdoppelplatte allein konnte bereits durch Untersuchungen von Sander [47] nachgewiesen werden. Die vorwiegend während des Tragens der Vorschubdoppelplatte in der Nacht auftretenden Kräfte auf die Stege des Vorschubdoppelplattensystems betragen im Durchschnitt 3 N. So zeigt die Vorschubdoppelplatte in einer kephalometrischen Vergleichsstudie als einziges funktionskieferorthopädisches Gerät ohne extraorale Kraft einen deutlichen Effekt auf den Oberkiefer [49]. Lediglich der Teuscher-Aktivator erreichte einen vergleichbaren Einfluß auf den Oberkiefer. Es ist daher zu erwarten, daß die Vorschubdoppel-

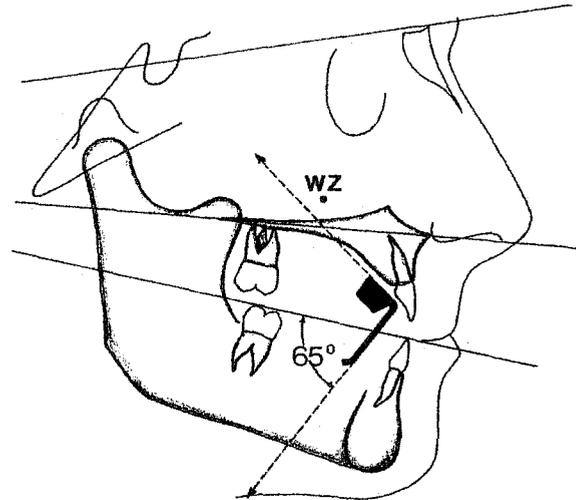


Abb. 2. Kraftvektorverlauf bei Einstellung des Winkels der schiefen Ebene zur Okklusionsebene von  $65^\circ$ . Bei dem so konstruierten Vorschubdoppelplattensystem ist die Reactio auf den Oberkiefer dorsal des Widerstandszentrums (WZ) des Oberkiefers und der Oberkieferdentition. Das daraus resultierende Moment beeinflusst den Oberkiefer im Sinne einer Retroinklination.

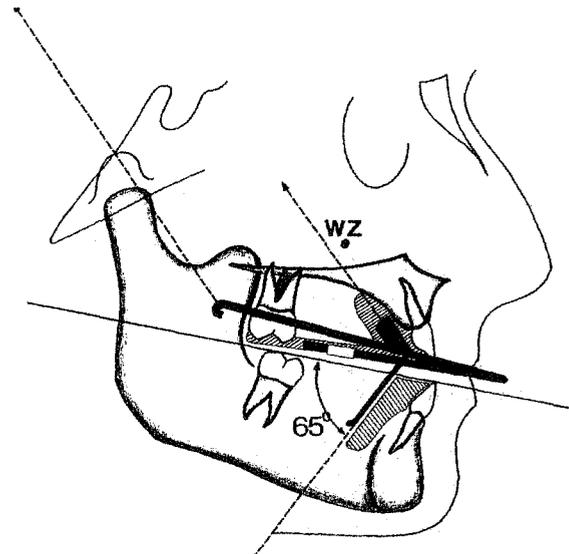


Abb. 3. Kraftvektoren bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination. Eingesetzter High-pull-Headgear mit langen, nicht angulierten Außenarmen. Die Inklination der schiefen Ebene im Unterkiefer der Vorschubdoppelplatte mit  $65^\circ$  und der eingesetzte High-pull-Headgear erzeugen ein Moment auf den Oberkiefer. Eine Beeinflussung der Oberkiefergrundebene im Sinne einer Retroinklination ist zu erwarten.

platten-High-pull-Headgear-Kombination diesen Effekt noch weiter verstärkt.

Durch die Verwendung langer, nicht angulierter Außenarme und die Zugrichtung des High-pull-Headgears entsteht ein Moment auf den Oberkiefer

(Abb. 3). Dieses Moment soll zu einer Retroinklination des Oberkiefers führen. Kompensatorisch ergibt sich daraus für den Unterkiefer eine Counterclockwise-Rotation, da die Oberkieferplatte seitliche Aufbisse besitzt. Dieses Moment auf den Oberkiefer kann verstärkt werden durch die Wahl der Inklination der schiefen Ebene im Unterkiefer. Diese wird auf  $65^\circ$  eingestellt (Abb. 2 und 3). Eine Vergrößerung des Winkels NL-NSL und eine Verkleinerung des Winkels ML-NL sind bei dieser Konstruktion zu erwarten. Die Ratio, das Verhältnis von hinterer zu vorderer Gesichtshöhe, sollte ebenfalls größer werden, da die vertikalen Wachstumstendenzen sich abschwächen.

Die beschriebenen theoretischen Aspekte der zu erwartenden dentalen und skelettalen Effekte bei Anwendung der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination in bezug auf Oberkiefer, Wachstumstendenzen und dentale Effekte soll in einer kephalometrischen Studie im Vergleich zu einer unbehandelten Klasse-II-Gruppe untersucht werden.

### Patienten und Methode

In einer Studie mit 30 mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patienten wurden die skelettalen Auswirkungen im Vergleich zu einer unbehandelten Klasse-II-Gruppe statistisch untersucht. Bei allen Patienten, die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelt wurden, lag eine dentale und skelettale Klasse II vor. Bei den untersuchten Patienten wurde die Inklination der schiefen Ebene der Vorschubdoppelplatte im Unterkiefer auf  $65^\circ$  zur Okklusionsebene eingestellt. Die Vorschubdoppelplatte hatte zusätzliche seitliche Aufbisse im Oberkieferseitenzahnbereich. Der High-pull-Headgear wurde direkt über Headgear-Aktivator-Röhrchen an der Oberkieferplatte verankert (Abb. 1). Die Außenarme des High-pull-Headgears waren nicht anguliert und lang. Die Kraft des Headgears betrug 3 bis 4 N. Die Patienten wurden angewiesen, die Behandlungsapparatur zwölf Stunden/Tag zu tragen. Von allen Patienten lag ein Anfangsfernrontgenseitenbild vor und ein zweites Fernrontgenseitenbild am Ende der Behandlung. Die durchschnittliche Behandlungszeit betrug 14 Monate. Das Alter der Patienten lag zwischen neun und 13 Jahren zu Beginn der Behandlung. In Abhängigkeit von der Anomalie der Patienten (skelettal/dental) wurde die Behandlung entweder mit funktionskieferorthopädischen Geräten, Positionern oder Multibandbehandlung fortgeführt. Für die Erstellung einer Kontrollgruppe

wurden die Fernrontgenaufnahmen einer unbehandelten Gruppe von Frau Prof. Rudzki-Janson zur Verfügung gestellt. Diese Gruppe umfaßte 53 Patienten. Die Patienten der Vergleichsgruppe zeigten ebenfalls eine dentale und skelettale Klasse II. Das Alter in der Vergleichsgruppe zum Zeitpunkt der ersten Fernrontgenaufnahme lag zwischen zehn und zwölf Jahren. Nach einem Beobachtungszeitraum von etwa zwei Jahren erfolgte eine zweite Fernrontgenaufnahme. Alter und Beobachtungszeitraum der Kontrollgruppe sind weitgehend identisch mit der Behandlungsgruppe. Da der Beobachtungszeitraum der Kontrollgruppe etwa zwei Jahre betrug und die Behandlungszeit der Patienten im Mittel 14 Monate, wurde ein linearer Zusammenhang unterstellt und die Ergebnisse beider Gruppen für jeweils ein Jahr errechnet und gegenübergestellt. Sowohl bei der Kontrollgruppe als auch bei der behandelten Gruppe waren keine geschlechtsspezifischen Unterschiede vorhanden (Tab. 1 und 2). Auf eine Differenzierung zwischen Jungen und Mädchen konnte daher verzichtet werden. Die Auswertung aller Fernrontgenbilder erfolgte auf einem graphischen Tablett mit der Eingabe von insgesamt 29 kephalometrischen Referenzpunkten.

### Statistik

Die statistische Auswertung beider Gruppen erfolgte mit dem SAS-Statistikprogramm. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt. Für die Beschreibung der Daten werden Mittelwert, Standardabweichung und Median angegeben. Der Median gibt den Wert an, bei dem 50% der Daten oberhalb und unterhalb von diesem Wert liegen. Für die statistische Auswertung der Änderungen der Behandlungsgruppe wurde der nicht parametrische Wilcoxon-Signed-Rank-Test für gepaarte Gruppen angewandt. Die statistische Beurteilung des Behandlungseffekts, der Vergleich zwischen der mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patientengruppe und einer Kontrollgruppe, erfolgte mit dem nicht parametrischen Wilcoxon-Rank-Sum-Test für zwei unabhängige Gruppen.

### Ergebnisse

Die erstellten fernrontgenologischen Daten der Patienten, die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelt wurden, zu Beginn und am Ende der Behandlung zeigt Tabelle 3. Die Effizienz der Vorschubdoppelplatte im Sinne einer günstigen Beeinflussung des Wachstumsmusters und der Wachstumshemmung des Oberkiefers konnte durch zusätzliche

	Gesamtkollektiv (n=30)			Jungen (n=15)			Mädchen (n=15)			Signifikanz
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	
SNA	-1,67	±1,01	-1,67	-1,43	±1,05	-1,41	-1,43	±0,68	-1,43	0,6157 n. s.
SNB	0,92	±0,84	1,12	0,92	±1,04	1,00	0,66	±0,68	0,96	0,4194 n. s.
ANB	-2,59	±0,98	-2,81	-2,35	±0,87	-2,64	-2,09	±0,81	-2,26	0,3050 n. s.
NL-ML	-2,41	±2,29	-2,64	-1,73	±1,97	-2,30	-2,38	±1,97	-2,06	0,6784 n. s.
NSL-NL	1,26	±2,27	1,43	0,67	±2,02	1,14	1,46	±1,67	1,23	0,4987 n. s.
NSL-ML	1,14	±1,88	-1,14	-1,05	±1,69	-1,35	-0,91	±1,60	-0,91	0,7766 n. s.
OCP-NSL	1,64	±2,10	1,47	1,12	±2,03	0,52	1,67	±1,62	1,64	0,2849 n. s.
Go	-1,10	±2,80	-0,71	-0,64	±2,54	-0,81	-1,22	±2,30	-0,61	0,6157 n. s.
N-Go-Me	-0,43	±1,16	-0,17	-0,14	±1,73	-0,03	-0,58	±0,97	-0,16	0,2135 n. s.
N-Go-Ar	-0,66	±2,15	-0,80	-0,49	±1,49	-0,71	-0,63	±2,18	-0,39	0,9478 n. s.
SGo:NMe	1,23	±1,89	1,51	1,22	±1,41	1,49	0,90	±1,82	1,29	0,8443 n. s.
IiW	5,85	±9,27	3,96	5,21	±7,43	4,40	4,83	±8,66	2,99	0,7106 n. s.
1 OK-NSL	-8,01	±7,74	-6,40	-6,65	±7,52	-5,06	-7,05	±5,95	-6,43	0,8443 n. s.
1 OK-NA	-6,30	±8,25	-4,88	-5,22	±8,36	-3,73	-5,62	±5,93	-4,34	0,8443 n. s.
1 UK-ML	3,30	±3,10	3,00	2,50	±2,66	1,49	3,13	±2,84	3,21	0,5853 n. s.
1 UK-NB	3,07	±3,64	3,04	2,37	±2,43	2,08	2,89	±3,71	2,94	0,4194 n. s.
NSP-SPMe	-0,46	±2,60	-0,74	-0,23	±1,75	-0,48	-0,55	±2,65	-1,19	0,7766 n. s.

Tab. 1. Vergleich der errechneten Differenzen der Mittelwerte zwischen Jungen und Mädchen, die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headger-Kombination behandelt wurden.

	Gesamtkollektiv (n=53)			Jungen (n=28)			Mädchen (n=25)			Signifikanz
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	
SNA	0,36	±1,21	0,49	0,36	±1,08	0,54	0,36	±1,36	0,47	0,8656 n. s.
SNB	0,67	±1,24	0,47	0,67	±1,24	0,48	0,67	±1,27	0,47	0,9149 n. s.
ANB	-0,30	±1,28	-0,36	-0,30	±1,46	-0,42	-0,30	±1,06	0,00	0,6496 n. s.
NL-ML	-0,73	±2,00	-0,45	-0,93	±2,24	-0,42	-0,50	±1,71	-0,66	0,7350 n. s.
NSL-NL	0,19	±1,96	0,00	0,35	±2,05	0,02	0,00	±1,89	0,00	0,8796 n. s.
NSL-ML	-0,54	±1,80	-0,43	-0,57	±1,52	-0,41	-0,50	±2,11	-0,43	0,8238 n. s.
OCP-NSL	-0,89	±2,24	-0,65	-0,97	±3,35	-0,84	-0,81	±2,57	-0,65	0,9361 n. s.
Go	-0,53	±2,94	-0,65	-0,41	±3,29	-1,19	-0,67	±2,56	-0,64	0,7724 n. s.
N-Go-Me	0,20	±1,63	0,19	0,23	±1,68	0,24	0,15	±1,98	0,10	0,7283 n. s.
N-Go-Ar	-0,73	±2,28	-0,96	-0,65	±2,43	-0,75	-0,83	±3,22	-1,00	0,7083 n. s.
SGo:NMe	0,77	±1,68	0,86	0,88	±1,83	0,83	0,65	±1,61	0,49	0,5270 n. s.
IiW	-2,62	±7,45	-2,02	-4,17	±8,55	-2,17	-0,89	±5,66	-0,99	0,1964 n. s.
1 OK-NSL	1,10	±5,34	0,82	1,97	±5,97	1,54	0,13	±4,46	0,59	0,4074 n. s.
1 OK-NA	0,73	±5,44	0,09	1,60	±6,17	0,58	0,23	±4,41	0,71	0,4927 n. s.
1 UK-ML	2,06	±4,19	0,99	2,77	±4,10	1,71	1,26	±4,22	0,66	0,1786 n. s.
1 UK-NB	2,19	±4,08	2,01	2,87	±3,92	2,43	1,43	±4,20	1,71	0,1566 n. s.
NSP-SPMe	0,37	±3,56	0,49	0,27	±3,30	0,52	0,48	±3,87	0,86	0,9219 n. s.

Tab. 2. Vergleich der errechneten Differenzen der Mittelwerte der Fernröntgendaten zu Beginn und am Ende der Beobachtungszeit zwischen Jungen und Mädchen der Kontrollgruppe.

Anwendung des High-pull-Headgears gesteigert werden. Bei Betrachtung des SNA-Winkels wurde das Oberkieferwachstum deutlich gehemmt (Tab. 3). Die mittleren Differenzen aus erster und zweiter Messung sind sowohl für den SNA-Winkel als auch für den SNB-Winkel und ANB-Winkel signifikant. Gleichzeitig erfolgte eine Beeinflussung der Oberkieferinklation. Innerhalb der Behandlungsgruppe lassen sich weitere

deutliche Differenzen aufzeigen. Die Winkel NL-ML und NSL-ML werden verkleinert. Letzterer Wert ist jedoch nur als Wert innerhalb der Gruppe und nicht gegenüber der Kontrollgruppe signifikant (Tab. 4). Gleiches zeigt sich bei der Betrachtung des prozentualen Verhältnisses von SGo zu NMe. Innerhalb der Behandlungsgruppe ist dieser Unterschied signifikant, im Vergleich zur Kontrollgruppe jedoch nicht (Tab. 4). Die

	1. Messung			2. Messung			Differenzen			Signifikanz		
	Bereich	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	Bereich	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}$		s	$\bar{x}$
SNA	73,92– 87,07	80,73	±3,54	81,48	72,02– 87,16	79,06	±3,55	79,22	-1,67	±1,01	-1,67	0,0001*
SNB	67,70– 79,40	74,05	±3,44	73,15	68,03– 81,54	74,98	±3,14	74,33	0,92	±1,01	1,12	0,0001*
ANB	3,87– 9,31	6,68	±1,31	6,56	1,55– 8,53	4,08	±1,50	3,99	-2,59	±0,98	-2,81	0,0001*
NL-ML	22,61– 45,98	30,97	±4,92	29,39	18,40– 49,70	28,56	±6,07	28,09	-2,41	±2,29	-2,64	0,0001*
NSL-NL	1,18– 12,10	6,57	±3,07	6,18	-3,89– 13,43	7,84	±3,55	8,36	1,26	±2,27	1,43	0,0001*
NSL-ML	24,67– 49,37	37,55	±4,40	38,53	23,17– 45,88	36,40	±4,26	35,69	-1,14	±1,88	-1,14	0,0025*
OCP-NSL	7,95– 24,30	18,10	±3,64	17,82	11,25– 30,14	19,74	±3,92	19,85	1,64	±2,10	1,47	0,0003*
Go	119,33–141,87	126,82	±5,53	126,12	116,50–140,06	125,72	±5,44	127,29	-1,10	±2,80	-0,71	0,0324*
N-Go-Me	66,11– 80,33	73,87	±3,27	74,00	67,12– 81,26	73,43	±3,47	73,73	-0,43	±1,61	-0,17	0,2280 n.s.
N-Go-Ar	44,03– 61,93	52,95	±4,90	53,03	44,21– 60,39	52,28	±4,20	52,77	-0,66	±2,15	-0,80	0,0855 n.s.
SGo: NMe	50,17– 71,84	60,76	±3,66	60,32	53,67– 73,83	61,99	±3,53	61,98	1,23	±1,89	1,51	0,0007*
IIW	112,94–140,05	126,61	±7,43	127,60	116,43–145,50	132,47	±7,26	132,35	5,85	±9,27	3,96	0,0021*
1 OK-NSL	93,18–119,88	104,20	±6,79	106,23	83,89–107,40	96,19	±6,03	96,95	-8,01	±7,74	-6,40	0,0001*
1 OK-NA	11,27– 40,58	23,46	±7,53	25,63	8,03– 27,65	17,12	±5,18	16,57	-6,30	±8,25	-4,88	0,0001*
1 UK-ML	78,10–102,10	91,90	±5,45	91,24	86,34–102,99	94,92	±4,70	95,00	3,30	±3,10	3,00	0,0001*
1 UK-NB	11,68– 35,34	23,23	±5,76	23,34	16,50– 34,87	26,31	±5,09	27,55	3,07	±3,64	3,04	0,0001*
NSP-SPMe	71,54– 94,48	81,76	±6,67	80,54	72,61– 92,09	81,30	±6,16	80,17	-0,46	±2,20	-0,74	0,5054 n.s.

\*p ≤ 0,05.

Tab. 3. Vor und nach der Therapie mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination erstellte Fernröntgenseitenbilddaten, errechnete Differenzen und statistische Signifikanz über den gesamten Behandlungszeitraum (n = 30).

Winkel der Unterkieferinzisiven zu ML und NB werden bei alleiniger Betrachtung innerhalb der Behandlungsgruppe deutlich vergrößert. Auch hier zeigt sich im Vergleich zur Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied (Tab. 4 und 5). Der Behandlungseffekt läßt sich jedoch nur in Relation zu einer Kontrollgruppe beurteilen. Die Signifikanzen der erstellten fernröntgenologischen Daten der mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patienten im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe zeigen den Behandlungseffekt deutlich auf (Tab. 4 und 5). Im einzelnen ergaben sich folgende Ergebnisse:

**SNA-Winkel:** Die Kontrollgruppe zeigt eine Zunahme des SNA-Winkels von 0,36°. Dies bedeutet eine jährliche Vergrößerung des SNA-Winkels von 0,23° ohne jegliche Behandlungsmaßnahmen. Bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination läßt sich eine Reduktion von -1,67° gesamt und -1,43° pro Jahr nachweisen (Tab. 4 und 5). Der Behandlungseffekt zwischen Kontrollgruppe und der mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patientengruppe beträgt -1,66° pro Jahr. Dieses Ergebnis ist signifikant.

**SNB-Winkel:** Bei der Kontrollgruppe findet sich eine Zunahme des SNB-Winkels über den gesamten Beobachtungszeitraum von 0,67° bzw. 0,36° pro Jahr

(Tab. 4 und 5). Bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe beträgt die Zunahme des SNB-Winkels 0,92° über den gesamten Behandlungszeitraum und 0,79° pro Jahr. Die Behandlung führt zu einer Zunahme des Winkels um 0,43° jährlich. Die Zunahme des SNB-Winkels bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe ist signifikant.

**ANB-Winkel:** Für den ANB-Winkel zeigt sich bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe eine Reduktion von -2,59° über den gesamten Behandlungszeitraum und eine jährliche Änderung von -2,22°. Bei der Kontrollgruppe tritt lediglich eine Reduktion pro Jahr von -0,13° auf (Tab. 4 und 5). Der Behandlungseffekt pro Jahr ist eine Reduktion des ANB-Winkels von -2,09°. Dieser Wert ist signifikant.

**NL-ML-Winkel:** Die Reduktion des Winkels beträgt bei der Kontrollgruppe insgesamt -0,73°. Dies entspricht einer jährlichen Änderung von -0,27°. Durch die Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination reduziert sich der Winkel um insgesamt -2,41° und -2,06° pro Jahr (Tab. 4 und 5). Die Behandlung führt damit jährlich zu einer Reduktion des Winkels von -1,79°. Dieser Wert ist signifikant. Die Verkleinerung des Winkels führt zur Abschwächung der vertikalen Problematik.

	Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear (n = 30)			Kontrollgruppe (n = 53)			Signifikanz
	Differenz			Differenz			
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	
SNA	-1,67	±1,01	-1,67	0,36	±1,21	0,49	0,0001*
SNB	0,92	±0,84	1,12	0,67	±1,24	0,47	0,04097*
ANB	-2,59	±0,98	-2,81	-0,30	±1,28	-0,36	0,0001*
NL-ML	-2,41	±2,29	-2,64	-0,73	±2,00	-0,45	0,0002*
NSL-NL	1,26	±2,27	1,43	0,19	±1,96	0,00	0,0009*
NSL-ML	-1,14	±1,88	-1,14	-0,54	±1,80	-0,43	0,152 n. s.
OCP-NSL	1,64	±2,10	1,47	-0,89	±2,24	-0,65	0,0001*
Go	-1,10	±2,80	-0,71	-0,53	±2,94	-0,65	0,4378 n. s.
N-Go-Me	-0,43	±1,16	-0,17	0,20	±1,63	0,19	0,1117 n. s.
N-Go-Ar	-0,66	±2,15	-0,80	-0,73	±2,28	-0,96	0,953 n. s.
SGO:NMe	1,23	±1,89	1,51	0,77	±1,68	0,86	0,1498 n. s.
IHW	5,85	±9,27	3,96	-2,62	±7,45	-2,02	0,0001*
1 OK-NSL	-8,01	±7,74	-6,40	1,10	±5,34	0,82	0,0001*
1 OK-NA	-6,30	±8,25	-4,88	0,73	±5,44	0,09	0,0001*
1 UK-ML	3,30	±3,10	3,00	2,06	±4,19	0,99	0,0915 n. s.
1 UK-NB	3,07	±3,64	3,04	2,19	±4,08	2,01	0,1776 n. s.
NSP-SPMe	-0,46	±2,60	-0,74	0,37	±3,56	0,49	0,2949 n. s.

\*p ≤ 0,05.

Tab. 4. Vergleich der errechneten Differenzen und statistische Signifikanz zwischen mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patienten und einer Kontrollgruppe über die gesamte Behandlungsdauer.

	Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear (n = 30)			Kontrollgruppe (n = 53)			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	Signifikanz
	Differenz			Differenz				
	$\bar{x}_1$	s	$\bar{x}$	$\bar{x}_2$	s	$\bar{x}$		
SNA	-1,43	±0,86	-1,43	0,23	±1,08	0,26	-1,66	0,0001*
SNB	0,79	±0,86	0,96	0,36	±0,84	0,28	0,43	0,04097*
ANB	-2,22	±0,84	-2,41	-0,13	±0,97	-0,13	-2,09	0,0001*
NL-ML	-2,06	±1,96	-2,26	-0,27	±0,90	-0,35	-1,79	0,0002*
NSL-NL	1,08	±1,95	1,23	0,01	±0,94	0,00	1,07	0,0009*
NSL-ML	-0,98	±1,61	-0,98	-0,26	±1,02	-0,30	-0,72	0,1512 n. s.
OCP-NSL	1,40	±1,82	1,26	-0,37	±1,45	-0,38	1,77	0,001*
Go	-0,94	±2,40	-0,61	-0,11	±1,98	-0,47	-0,83	0,4378 n. s.
N-Go-Me	-0,37	±1,38	-0,15	0,12	±1,10	0,11	-0,25	0,1117 n. s.
N-Go-Ar	-0,56	±1,85	-0,68	-0,24	±1,75	-0,54	-0,32	0,9536 n. s.
SGO:NMe	1,06	±1,62	1,29	0,37	±0,97	0,47	0,69	0,1498 n. s.
IHW	5,01	±7,95	3,40	-1,34	±5,02	-1,12	6,35	0,0001*
1 OK-NSL	-6,86	±6,64	-5,49	0,57	±3,14	0,44	-7,43	0,0001*
1 OK-NA	-5,43	±7,07	-4,18	0,33	±3,23	0,11	-5,76	0,0001*
1 UK-ML	2,83	±2,72	2,57	1,03	±3,17	0,46	1,80	0,0915 n. s.
1 UK-NB	2,63	±3,12	2,60	1,14	±3,08	1,15	1,49	0,1776 n. s.
NSP-SPMe	-0,39	±2,23	-0,64	0,23	±2,38	0,30	-0,62	0,2949 n. s.

\*p ≤ 0,05.

Tab. 5. Vergleich der errechneten Differenzen und statistische Signifikanz zwischen mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patienten und einer Kontrollgruppe pro Jahr.

*NSL-NL-Winkel:* Bei der Kontrollgruppe tritt eine Zunahme des Winkels NL-NSL von 0,19° auf. Dies entspricht einer jährlichen Änderung von 0,01°. Bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe ergibt sich eine Zunahme des Winkels um 1,26°

über den gesamten Behandlungszeitraum und eine jährliche Zunahme von 1,08° (Tab. 4 und 5). Die Behandlung führt demnach zu einer Zunahme des Winkels NSL-NL um 1,07°. Dieser Wert ist statistisch signifikant. Die vergrößerte Inklination des Oberkie-

fers ist günstig bei knappen frontalen Überbissen, führt jedoch nicht zu einem „gummy smile“.

**NSL-ML-Winkel:** Der Winkel NSL-ML wird bei der Kontrollgruppe um  $-0,54^\circ$  gesamt und jährlich um  $-0,26^\circ$  reduziert. Die Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe weist eine Reduktion des Winkels von  $-1,14^\circ$  über den gesamten Behandlungszeitraum und jährliche Reduktion von  $-0,98^\circ$  auf. Der Behandlungseffekt beträgt  $-0,72^\circ$  pro Jahr (Tab. 4 und 5). Dieser Wert ist zur Vergleichsgruppe nicht signifikant. Der Unterkiefer reagiert kompensatorisch auf die Veränderungen im Oberkiefer. Dies führt zu einer besonders günstigen Beeinflussung der vertikal wachsenden Patienten.

**OCP-NSL-Winkel:** Bei der Kontrollgruppe reduziert sich der Winkel um  $-0,89^\circ$  über die gesamte Beobachtungszeit und um  $-0,37^\circ$  pro Jahr. Die Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe zeigt eine Zunahme von  $1,64^\circ$  gesamt und jährlich eine Zunahme von  $1,4^\circ$ . Die Behandlung führt demnach zu einer Zunahme des Winkels von  $1,77^\circ$  pro Jahr und ist signifikant (Tab. 4 und 5). Damit ist der dentale Effekt größer als die skelettale Beeinflussung.

**GO-Winkel:** Bei der Kontrollgruppe ergibt sich eine Reduktion des Winkels von  $-0,53^\circ$  über den gesamten Beobachtungszeitraum und damit eine jährliche Reduktion von  $-0,11^\circ$ . Die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patienten zeigen eine Reduktion über den gesamten Behandlungszeitraum von  $-1,1^\circ$  und eine jährliche Änderung von  $-0,94^\circ$ . Der Behandlungseffekt besteht in einer Reduktion von  $-0,83^\circ$  pro Jahr (Tab. 4 und 5). Diese Änderung ist nicht signifikant. Die Verkleinerung des Gonionwinkels könnte als Reaktion auf die Beeinflussung des Oberkiefers gedeutet werden.

**N-Go-Me-Winkel:** Bei der Kontrollgruppe zeigt sich eine Zunahme des Winkels von  $0,20^\circ$  und eine jährliche Änderung von  $0,12^\circ$ . Bei der behandelten Gruppe reduziert sich der Winkel um  $-0,43^\circ$  über den gesamten Behandlungszeitraum und jährlich um  $-0,37^\circ$  (Tab. 4 und 5). Die Behandlung führt zu einer Änderung von  $-0,25^\circ$  pro Jahr. Dieser Wert ist statistisch nicht signifikant.

**SGo:NMe  $\times 100$ :** Das Verhältnis hintere zu vordere Gesichtshöhe nimmt bei der Kontrollgruppe  $0,77\%$  und bei der behandelten Gruppe  $1,23\%$  zu. Die jährliche Änderung bei der Kontrollgruppe ist  $0,37\%$  und

bei der behandelten Gruppe  $1,06\%$ . Der Behandlungseffekt besteht in einer Vergrößerung des Verhältnisses um  $0,69\%$ . Der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist nicht signifikant (Tab. 4 und 5). Eine Vergrößerung ist eine günstige Beeinflussung von Patienten mit vertikalen Wachstumstendenzen.

**IIW-Winkel:** Der Interinzisalwinkel wird bei der Kontrollgruppe um  $-2,62^\circ$  reduziert. Die jährliche Reduktion beträgt  $-1,34^\circ$ . Bei der behandelten Gruppe vergrößert sich der Interinzisalwinkel um  $5,85^\circ$ . Die jährliche Vergrößerung beträgt  $5,01^\circ$ . Der Behandlungseffekt besteht in einer Vergrößerung des Interinzisalwinkels um  $6,35^\circ$  pro Jahr. Dieser Wert ist statistisch signifikant und auf die starke Retrusion der Oberkieferinzisiven zurückzuführen (Tab. 4 und 5).

**IOK-NSL-Winkel:** Der Winkel IOK-NSL vergrößert sich  $1,10^\circ$  über die gesamte Beobachtungszeit und  $0,57^\circ$  pro Jahr. Bei der behandelten Patientengruppe tritt eine Reduktion des Winkels um  $-8,01^\circ$  über den gesamten Behandlungszeitraum und eine jährliche Verkleinerung des Winkels um  $-6,86^\circ$  auf. Der Behandlungseffekt besteht in einer Reduktion des Winkels um  $-7,43^\circ$  pro Jahr. Diese Änderung ist signifikant (Tab. 4 und 5).

**IOK-NA-Winkel:** Die Kontrollgruppe zeigt eine Zunahme von  $0,73^\circ$  gesamt und  $0,33^\circ$  jährlich. Gegensätzlich dazu wird bei der behandelten Patientengruppe der Winkel um  $-6,3^\circ$  und jährlich  $-5,43^\circ$  reduziert. Der Behandlungseffekt besteht in einer jährlichen Reduktion des Winkels um  $-5,76^\circ$ . Dieser Wert ist signifikant (Tab. 4 und 5).

**IUK-ML-Winkel:** Bei der Kontrollgruppe läßt sich eine Zunahme von  $2,06^\circ$  über den Gesamtzeitraum und von  $1,03^\circ$  pro Jahr nachweisen. Bei der behandelten Patientengruppe vergrößert sich der Winkel  $3,3^\circ$  im gesamten Behandlungszeitraum und um  $2,83^\circ$  pro Jahr. Diese Zunahme im Sinne einer Protrusion der Unterkieferfront ist im Vergleich zur Kontrollgruppe statistisch nicht signifikant. Der Behandlungseffekt, verglichen zur Kontrollgruppe, besteht in einer Zunahme des Winkels um  $1,8^\circ$  pro Jahr (Tab. 4 und 5).

**IUK-NB-Winkel:** Kontrollgruppe und Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Gruppe zeigen eine Zunahme des Winkels. Bei der Kontrollgruppe von  $2,19^\circ$  gesamt und  $1,14^\circ$  pro Jahr. Bei der behandelten Patientengruppe vergrößert sich der Winkel um  $3,07^\circ$  während des gesamten Behandlungszeitraumes und

2,63° pro Jahr. Der Behandlungseffekt beträgt 1,49° pro Jahr. Dieser Wert ist statistisch nicht signifikant (Tab. 4 und 5).

*NSP:SPMe* × 100: Das Verhältnis obere zu untere Gesichtshöhe vergrößert sich bei der Kontrollgruppe um 0,37% gesamt und 0,23% pro Jahr. Bei der behandelten Patientengruppe ist eine Reduktion von -0,46% gesamt und von -0,39% pro Jahr auffällig. Der Behandlungseffekt mit -0,62% pro Jahr ist nicht signifikant. Therapeutisch bedeutet dies eine günstige Einflußnahme bei vertikalen Wachstumstendenzen.

### Diskussion

Die hier gezeigten Ergebnisse lassen erkennen, daß die Vorschubdoppelplatte in Kombination mit einem High-pull-Headgear großen Einfluß auf den Oberkiefer ausübt. Zieht man einen Vergleich zu anderen Publikationen von Studien mit funktionskieferorthopädischen Geräten in Kombination mit einem High-pull-Headgear, dann wird deutlich, daß die Vorschubdoppelplatte in Kombination mit dem High-pull-Headgear auf den Oberkiefer einen größeren Effekt ausübt [10, 24, 27, 39, 63], der sicher auch in Abhängigkeit von dem angewandten funktionskieferorthopädischen Gerät zu sehen ist. Im Gegensatz dazu ist der Einfluß von Aktivatoren, Aktivatormodifikationen, Bionatoren und *Fränkel*-Geräten nur gering [2, 7, 8, 11–13, 15, 17, 20–23, 26, 29–31, 34, 40, 51, 52, 62]. Entsprechend ergibt sich mit der Vorschubdoppelplatte aufgrund des Headgeareffekts [47] eine deutliche Beeinflussung des Oberkieferwachstums im Sinne einer Wachstumshemmung mit einer Reduktion des SNA-Winkels [49]. Wie zu erwarten, kann die Effizienz der Vorschubdoppelplatte durch die zusätzliche Anwendung des High-pull-Headgears vergrößert werden. Die Größe des skelettalen Effekts ist dabei vorwiegend auf die Wirkung der zusätzlichen extraoralen Kraft zurückzuführen. Untersuchungen mit extraoralen Kräften allein zeigen eine zu erwartende Reduktion des SNA-Winkels von etwa 1° pro Jahr [1, 5, 6, 14, 19, 32, 33, 40, 55, 57]. *Brown* [5] beschreibt einen größeren Effekt bei Anwendung des Low-pull-Headgears gegenüber dem High-pull-Headgear. Bei Betrachtung der gefundenen Absolutwerte bei Untersuchungen des High-pull-Headgears [40, 57] gegenüber Studien mit alleiniger Behandlung mit dem zervikalen Headgear [1, 6, 14, 19, 22, 25, 33, 40, 55] läßt sich kein entscheidender Unterschied feststellen. Ein direkter Vergleich ist jedoch schwierig, da Tragedauer, angewandte Kraft, Außenarmlänge und Angulation

nicht immer gleich sind. Der Effekt auf den Oberkiefer ist bei Betrachtung des SNA-Winkels bei der hier durchgeführten Studie durch den direkten Vergleich mit einer Kontrollgruppe größer. Während der SNA-Winkel bei Patienten, die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelt wurden, reduziert wird, vergrößert er sich bei der unbehandelten Kontrollgruppe. In bezug auf den Oberkiefer verschlechtert sich damit die skelettale Relation, wenn der Patient nicht behandelt wird. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ist die Beeinflussung des SNA-Winkels größer als die des SNB-Winkels. *Abbühl* [1] stellte bei einem direkten Vergleich einer Headgearbehandlung, Headgear- und Aktivatorbehandlung und alleiniger Aktivatorbehandlung fest, daß die Verbesserung der sagittalen Stufe beim Vergleich dieser drei Behandlungsmethoden vorwiegend durch die maxilläre Wirkung erreicht wird. Der Aktivator hatte dabei keinen entscheidenden Einfluß auf den Oberkiefer.

Trotzdem kann bei Patienten, die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelt wurden, das Unterkieferwachstum beeinflusst werden. Insbesondere das Tragen der Vorschubdoppelplatte am Tag bewirkt über den Trainingseffekt eine Vorverlagerung des Unterkiefers [48]. Auch in der Nacht wird aufgrund der Konstruktion des Geräts, trotz geöffneter Mundhaltung, über die Länge der Stege eine Vorverlagerung des Unterkiefers erreicht. Im Gegensatz zu anderen funktionskieferorthopädischen Geräten kommt es bei der Vorschubdoppelplatte zu einem häufigeren Zubiß in die gewünschte Position des Konstruktionsbisses [50], was beim Aktivator, selbst nach einer gewissen Eingewöhnungszeit des Patienten, nur selten in der Nacht der Fall ist [41–45, 47].

Die Effekte auf Oberkiefer und Unterkiefer bei den mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelten Patienten sind eine Reduktion des ANB-Winkels von mehr als 2° jährlich. Dieser skelettale Effekt ist auf den Nachteffekt der Vorschubdoppelplatte und den Einfluß des High-pull-Headgears zurückzuführen. Dies ist insbesondere dann günstig, wenn eine große skelettale Diskrepanz vorliegt oder der Patient bereits kurz vor Wachstumsende behandelt werden soll. Bei Patienten mit großer skelettaler Diskrepanz kann die positive Einflußnahme durch die Vorschubdoppelplatte und den High-pull-Headgear ausgenutzt werden.

Neben einem Einfluß auf Ober- und Unterkiefer, das heißt Wachstumshemmung des Oberkiefers und Vor-

verlagerung des Unterkiefers bei gleichzeitiger Reduktion des ANB-Winkels, kann es zu einer verstärkten Inklination der Oberkiefergrundebene (Tab. 4 und 5) kommen. Insbesondere bei vertikalem Wachstumsmuster und im ungünstigen Fall divergierenden Kieferbasen ist dies ein wünschenswerter Effekt. Durch die Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination ist eine Einflußnahme auf die Neigung der Oberkiefergrundebene möglich. Bei der hier untersuchten Behandlungsgruppe mit langen, nicht angulierten Außenarmen und einer Inklination der schiefen Ebene der Vorschubdoppelplatte im Unterkiefer von  $65^\circ$  konnte durch das erzeugte Moment eine Änderung der Neigung der Oberkiefergrundebene erzielt werden. Ein ähnlicher Effekt tritt bei alleiniger Anwendung des Herbstscharniers auf [16, 35, 36]. Aufgrund der dorsal des Widerstandszentrums des Oberkiefers angreifenden Kraft kommt es auch bei diesem Gerät zu einer Retroinklination der Oberkiefergrundebene. Nach Untersuchungen von *Brown* [5] ist bei der alleinigen Anwendung des High-pull-Headgears eine Vergrößerung der Inklination von  $0,9^\circ$  zu erwarten. Dies entspricht den von uns gefundenen Werten.

Bei Patienten, die mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination behandelt werden, bei denen die Inklination der Oberkiefergrundebene nicht verändert werden soll, muß die Inklination der schiefen Ebene der Vorschubdoppelplatte im Unterkiefer auf  $60^\circ$  eingestellt werden. Wie bereits aus einer früheren Arbeit von *Sander* [49] hervorgeht, wird bei dem so gewählten Inklinationswinkel der Vorschubdoppelplatte keine Änderung der Inklination der Oberkiefergrundebene erzeugt. Die Außenarme des High-pull-Headgears werden gekürzt und nach kranial anguliert. Bei dem so gewählten System verlaufen die Kraftvektoren durch das Widerstandszentrum des Oberkiefers (Abb. 4). Vergleicht man dieses System mit anderen funktionskieferorthopädischen Geräten, so erfolgt beispielsweise beim Aktivator eine Retroinklination bei alleiniger Anwendung des Geräts [56]. Ähnliche Ergebnisse finden sich bei dem „magnetic activator device II“ (MAD II) [9]. Auch die zusätzliche Anwendung eines High-pull-Headgears in Form eines *Teuscher*-Aktivators mit kurzen kranial angulierten Außenarmen kann nach Untersuchungen von *Kigele* [24] und *Lagerström et al.* [27] eine Retroinklination der Apparatwirkung nicht verhindern. Die Frage bleibt offen, inwieweit tatsächlich der Kraftvektorverlauf des High-pull-Headgears beim einzelnen Patienten exakt justiert werden kann, so daß dieser kein Moment erzeugt.

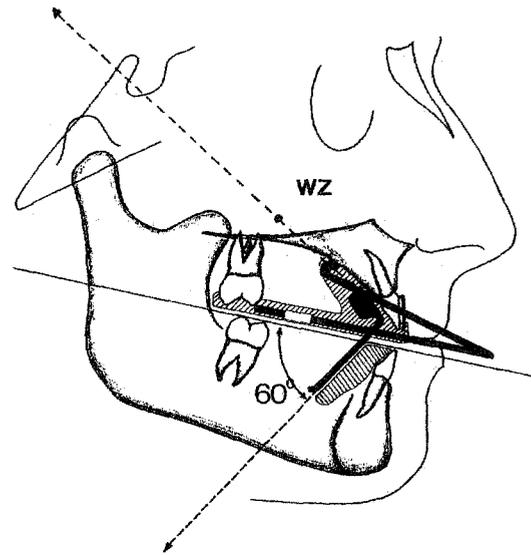


Abb. 4. Kraftvektorverlauf der Vorschubdoppelplatte in Kombination mit einem High-pull-Headgear, wenn die Inklination der schiefen Ebene der Vorschubdoppelplatte im Unterkiefer auf  $60^\circ$  zur Okklusionsebene eingestellt wird und die Außenarme des Headgears gekürzt und nach kranial anguliert werden.

Selbst bei ungünstigen Wachstumstendenzen lassen sich mit der Vorschubdoppelplatte in Verbindung mit dem High-pull-Headgear gute Therapieerfolge erzielen. Dies ist sicherlich mit durch den signifikanten Einfluß auf den Winkel NL-NSL und ML-NL begründbar (Tab. 3 bis 5). Trotz vertikaler Einflüsse verändert sich das Verhältnis hinterer zu vorderer Gesichtshöhe ( $SGo:NMe \times 100$ ) und das Verhältnis oberer zu unterer vorderer Gesichtshöhe ( $NSp:SPMe \times 100$ ) nicht signifikant. Andere funktionskieferorthopädische Geräte zeigen diesen Effekt nicht [2, 4, 7, 12, 17, 20, 30, 51, 62]. Bei diesen Geräten vergrößert sich die untere Gesichtshöhe. Dies ist bei vertikalem Wachstumstyp jedoch nicht erwünscht.

Einen nicht unerheblichen Beitrag zum Behandlungserfolg bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination ergibt sich durch die Schwenkung der Okklusionsebene. Der Behandlungseffekt im Vergleich zur Kontrollgruppe beträgt hier  $2,53^\circ$ . Vergleicht man dies mit der Inklinationsänderung des Oberkiefers, so ist die Schwenkung der Okklusionsebene größer. Bei der Vorschubdoppelplatte alleine findet sich keine Änderung der Okklusionsebene. Dies gilt auch für den Aktivator bzw. den Aktivator in Kombination mit einem Headgear [24, 37, 51, 56]. Die in dieser Studie vorgestellte Gerätekombination hat folgende drei Effekte bei vertikalen Wachstumstendenzen:

1. Beeinflussung der Oberkieferneigung im Sinne einer Retroinklination,
2. Neigung der Okklusionsebene in gleicher Richtung,
3. Reaktion des Unterkiefers im Sinne einer anterioren Rotation.

Signifikante Veränderungen traten bei unserem Gerät bei der Achsenstellung der Oberkieferinzisiven auf. Die durchschnittliche Retrusion betrug pro Behandlungsjahr  $6,86^\circ$ . Die starke Retrusion der Inzisiven im Oberkiefer läßt sich durch die zusätzliche Anwendung des High-pull-Headgears erklären. Dieser Einfluß findet sich auch bei Aktivator-Headgear-Geräten, selbst bei Anwendung von zusätzlichen Torquefedern für die Oberkieferschneidezähne [24]. Da in der vorliegenden Studie keine Torquefedern verwendet wurden, mußte die Retrusion der Oberkieferinzisiven entsprechend stark ausfallen. Es ist daher besonders empfehlenswert bei zusätzlicher Anwendung extraoraler Kräfte, Torquefedern für die Oberkieferinzisiven zu verwenden, wenn dies die Achsenstellung der Inzisiven im Oberkiefer der zu behandelnden Patienten erfordert. Die Torquefedern, wie sie auch von *Teuscher* verwendet werden [53, 54], wurden so modifiziert, daß eine breitere Anlagefläche am Zahn gewährleistet ist (Abb. 5a und 5b). Dies ist notwendig, um unerwünschte Rotationen der Zähne bei geringfügigen Verbiegungen der Torquefedern durch den Patienten zu vermeiden.

Bei unseren behandelten Patienten fand sich eine geringfügige Protrusion der Unterkieferfront, die jedoch im Vergleich zur Kontrollgruppe nicht signifikant war. Insbesondere im Wechselgebiß ist daher darauf zu

achten, daß eine entsprechende Verankerung zum Beispiel in Form von Rushankern in der Front gewählt wird und Kunststoffanteile im frontalen Bereich des Unterkiefers eingeschliffen werden. Somit ergeben sich folgende Vorteile bei der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination, die auch der nachfolgende Behandlungsfall belegt:

- Durch die Konstruktion der Vorschubdoppelplatte selbst, die Länge der Stege sowie deren Anordnung zur schiefen Ebene im Unterkiefer und die zusätzliche Anwendung extraoraler Kräfte ergibt sich eine schnellere Wirkungsweise bei der Korrektur der Klasse-II-Anomalie, da das Wachstum des Oberkiefers durch die Vorschubdoppelplatte selbst und den High-pull-Headgear zusätzlich gehemmt wird.
- Über die schiefe Ebene im Unterkiefer der Vorschubdoppelplatte wird der Unterkiefer, entgegengesetzt zu anderen funktionskieferorthopädischen Geräten, nahezu friktionsfrei nach anterior geführt. Verklebungssituationen, wie sie durchaus beim Aktivator nachts auftreten, werden so bei der Vorschubdoppelplatte vermieden [45]. Geringe Muskelkontraktionen führen bei der Vorschubdoppelplatte bereits zum Mundschluß und damit zur Vorverlagerung des Unterkiefers [50].
- Aufgrund des getrennten Plattensystems können bei der Vorschubdoppelplatte die Zahnbögen ausgeformt sowie Einzelzahnbewegungen durchgeführt werden und gleichzeitig der Unterkiefer in einem Behandlungsschritt vorverlagert werden [46]. Hieraus resultiert ebenfalls eine erhebliche Zeitersparnis, die insbesondere bei Patienten kurz vor Ende des kondylären Wachstums von Vorteil ist.

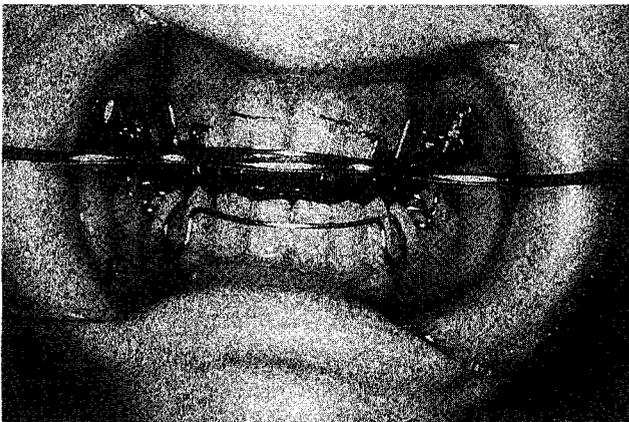


Abb. 5a

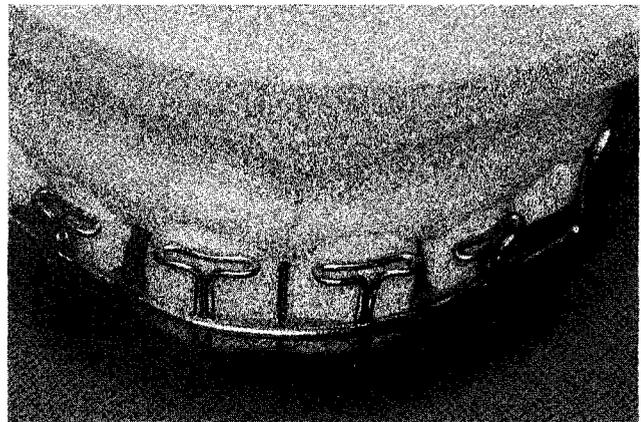


Abb. 5b

Abb. 5a und 5b. Modifizierte Torquefedern für die Oberkieferinzisiven. Die breitere Anlagefläche am Zahn vermeidet unerwünschte Rotationen der Zähne. Die Aktivierung der Torquefedern erfolgt über den Labialbogen.

- Ein erhöhter Tragekomfort ergibt sich aus der grazileren Gestaltung und der Möglichkeit, mit diesem Gerät im Munde gut sprechen zu können. Das Sprechen mit der Vorschubdoppelplatte führt so zu einem Trainingseffekt, der den Unterkiefer in eine anteriore Position bringt, da während des Sprechens ein Kontakt der Stege mit der schiefen Ebene im Unterkiefer vermieden wird [48].
- Das Behandlungsgerät ist durch entsprechende Modifikationen dem Wachstumsmuster anpaßbar. Die Variationsmöglichkeit der Inklination der schiefen Ebene der Vorschubdoppelplatte im Unterkiefer, seitliche Aufbißbehelfe im Oberkiefer sowie der High-pull-Headgear können einen günstigen Einfluß auf das Wachstumsmuster der Patienten ausüben [60, 61].
- Die Variationsmöglichkeit der Inklination der schiefen Ebene im Unterkiefer und der Länge der Außenarme sowie der Angulation der Außenarme beim High-pull-Headgear ermöglichen einen gezielten Einfluß auf das Oberkieferwachstum [58-60]. Dies soll anhand einer Patientenvorstellung gezeigt werden.

### Fallbeispiel

Bei der hier mit einer Vorschubdoppelplatte und High-pull-Headgear behandelten Patientin mit einer skelettalen Anomalie der *Angle*-Klasse II konnte der SNA-Winkel um  $2,7^\circ$  reduziert werden (Abb. 6a bis 6f). Gleichzeitig wurde eine Vergrößerung des SNB-Winkels von  $0,9^\circ$  erreicht. Dies bedeutet eine Reduktion des ANB-Winkels von  $3,6^\circ$ . Die Behandlungszeit der Patientin betrug zwei Jahre. Bei der anfänglich großen skelettalen Diskrepanz von  $8,4^\circ$  war die starke Reduktion des ANB-Winkels ein wünschenswerter Effekt. Durch die Wahl der Inklination der schiefen Ebene von  $65^\circ$  und die Anwendung des High-pull-Headgears mit langen, nicht angulierten Außenarmen wurde ein Moment auf den Oberkiefer im Sinne einer Retroinklination erzeugt. Die Inklination der Oberkiefergrundebene vergrößerte sich um  $1^\circ$ . Die Okklusionsebene zu NSL vergrößerte sich ebenfalls. Die Oberkieferfrontzähne wurden, wie dies die Statistik ebenfalls bestätigt, auch in diesem Fall

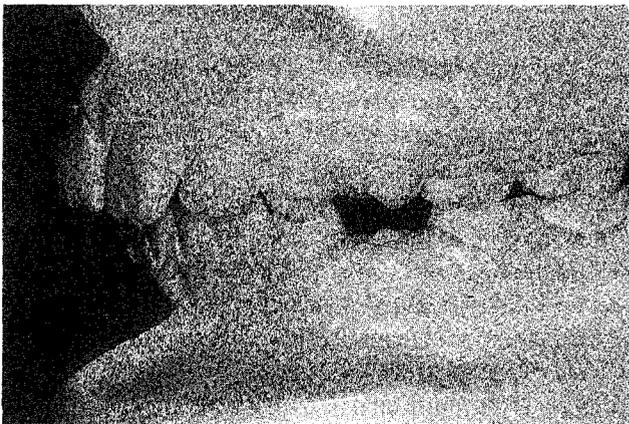


Abb. 6a links



Abb. 6a rechts

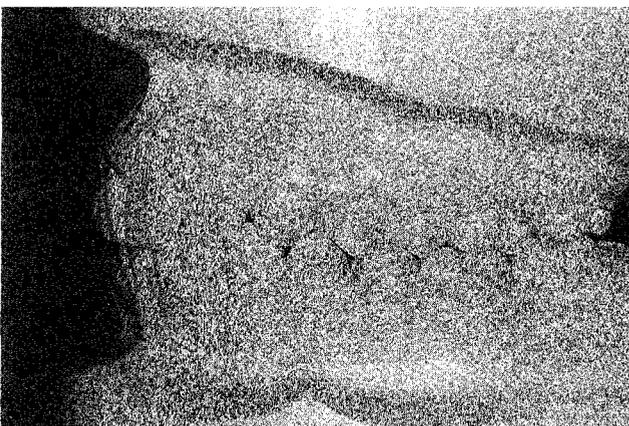


Abb. 6b links



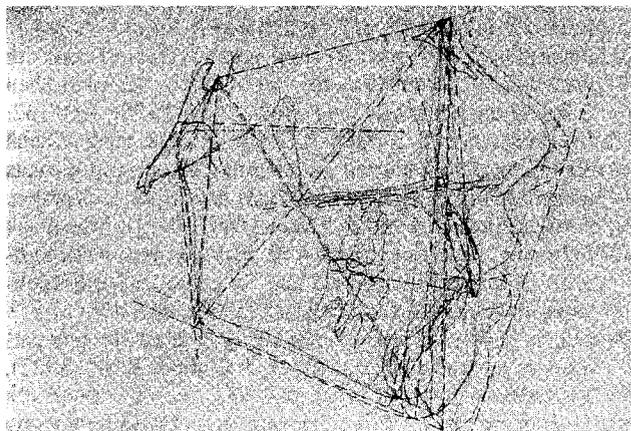
Abb. 6b rechts



Abb. 6c



Abb. 6d



◀ Abb. 6e

Abb. 6a bis 6f. Einflußnahme der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination bei der Patientin G. S. a) Dentaler Befund der Patientin vor Therapie mit der Vorschubdoppelplatte. Die Patientin G. S. zeigt eine dentale Klasse II. b) Dentaler Befund der Patientin G. S. nach zwei Jahren Therapie mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination. c) Fernröntgenseitenbild der Patientin G. S. vor Therapie mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination. Das Fernröntgenseitenbild zeigt eine skeletale Klasse II. d) Fernröntgenseitenbild der Patientin G. S. nach erfolgter zweijähriger Therapie mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination. e) Überlagerung der Durchzeichnungen der erstellten Fernröntgenseitenbilder vor und nach erfolgter Therapie mit der Vorschubdoppelplatten-High-pull-Headgear-Kombination. Der Behandlungseffekt wird deutlich. f) Patientin G. S. eineinhalb Jahre nach Abschluß der Retention.



Abb. 6f links



Abb. 6f rechts

sehr stark retrudiert. Diese Retrusion war nicht erwünscht, da bereits zu Beginn der Behandlung keine Retrusion erforderlich war. Die Anwendung von Torquefedern wäre in diesem Falle sicherlich erforderlich gewesen. Vertikale Wachstumstendenzen konnten bei dieser Patientin mit der gewählten Gerätekonstruktion abgeschwächt werden. Die untere

Gesichtshöhe blieb nahezu unbeeinflusst. Die Unterkieferfront konnte retrudiert werden. Nach Abschluß der Behandlung zeigt die Patientin gute stabile Okklusionsverhältnisse (Abb. 6f).

Bedanken möchten sich die Autoren bei Frau Prof. Dr. I. Rudzki-Janson für die zur Verfügungstellung der Fernröntgenbilder ihrer Kontrollgruppe unbehandelter Klasse-II-Patienten.

**Literatur**

1. Abbühl, P.: Die Wirkung des zervikalen Headgears auf das Facialskelett. Eine klinische Studie. *Inf. Orthodont. Kieferorthop.* 8 (1976), 327–346.
2. Ahlgren, J., C. Laurin: Late results of activator treatment: The cephalometric study. *Brit. J. Orthodont.* 3 (1976), 181–187.
3. Bass, N.: Orthopädisches System nach Bass. Die Halteapparat. *Inf. Orthodont. Kieferorthop.* 4 (1988), 473–478.
4. Beek, H. van: Overjet correction by a combined headgear and activator. *Europ. J. Orthodont.* 4 (1982), 279–291.
5. Brown, P.: A cephalometric evaluation of high-pull molar headgear and face-bow neck strap therapy. *Amer. J. Orthodont.* 74 (1978), 621–632.
6. Creekmore, T. D.: Inhibition or stimulation of the cervical growth of the facial complex, its significance to treatment. *Angle Orthodont.* 37 (1967), 285–297.
7. Creekmore, T. D., L. J. Radney: Fränkel appliance therapy: Orthopedic or orthodontic? *Amer. J. Orthodont.* 83 (1983), 89–108.
8. Dahan, J., J. Bou Serhal, A. Englebert: Cephalometric changes and class II, division 1 cases after orthopaedic treatment with the bioactivator. *Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop.* 95 (1989), 127–137.
9. Darendeliler, M. A., J. P. Joho: Magnetic activator device II (MAD II) for correction of class II, division 1 malocclusions. *Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop.* 103 (1993), 223–239.
10. Dermaut, L. R., F. van den Eynde, G. de Pauw: Skeletal and dento-alveolar changes as a result of headgear activator therapy related to different vertical growth patterns. *Europ. J. Orthodont.* 14 (1992), 140–146.
11. Dietrich, U. C.: Aktivator-mandibuläre Reaktion. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 83 (1973), 1093–1104.
12. Ehmer, U., J. Tabanci: Wachstum und Therapie bei der Angle Klasse II/2. Eine kephalometrische Longitudinalstudie. *Fortschr. Kieferorthop.* 51 (1990), 208–212.
13. Freunthaller, P.: Cephalometric observations in class II, division 1 malocclusion treated with the activator. *Angle Orthodont.* 37 (1967), 18–25.
14. Frislid, G., G. Rakosi: Analysen und Ergebnisse nach Headgearbehandlung. *Fortschr. Kieferorthop.* 37 (1976), 184–195.
15. Hamilton, S. D., P. M. Sinclair, R. H. Hamilton: A cephalometric, tomografic, and dental cast evaluation of Fränkel therapy. *Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop.* 92 (1987), 427–434.
16. Hansen, K., H. Pancherz: Long-term effects of Herbst-Treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study. *Europ. J. Orthodont.* 14 (1992), 285–295.
17. Harvold, E. P., K. Vargervik: Morphogenetic response to activator treatment. *Amer. J. Orthodont.* 60 (1971), 478–490.
18. Hasund, A.: The use of activators in a system employing fixed appliances. *Trans. Europ. Orthodont. SOC* (1969), 239–241.
19. Howard, R. D.: Skeletal changes with extra oral traction. *Europ. J. Orthodont.* 4 (1982), 197–202.
20. Jacobsson, S. O., G. Paulin: The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study. *Europ. J. Orthodont.* 12 (1990), 174–184.
21. Janson, I.: Skelettale und dento-alveoläre Änderungen durch die Bionatorbehandlung in der vorpubertären und pupertären Wachstumszeit. *Habil.-Schrift, München* 1982.
22. Jonas, I.: Knöcherner und Weichteil-Profilveränderungen nach Headgear- und Aktivatortherapie. *Fortschr. Kieferorthop.* 45 (1984), 335–347.
23. Kerr, W. J. S., T. R. TenHave, J. A. McNamara: A comparison of skeletal and dental changes produced by function regulators (FR-2 and FR-3). *Europ. J. Orthodont.* 11 (1989), 235–242.
24. Kigele, E.: Cephalometric changes from Activator-headgear treatment of class II division I malocclusion. *J. clin. Orthodont.* 21 (1987), 466–469.
25. Koch, R., E. Witt: Die Headgearbehandlung aus fernröntgenologischer Sicht – eine retrospektive Bewertung. *Fortschr. Kieferorthop.* 38 (1977), 197–204.
26. Koch, R., E. Witt: Das Verhalten der Weichteile und der skelettalen Parameter bei der kieferorthopädischen Behandlung. *Fortschr. Kieferorthop.* 39 (1978), 123–132.
27. Lagerström, L. O., L. Nielsen, R. Lee, R. J. Isaacson: Dental and skeletal contribution to occlusal correction in patients treated with the high-pull headgear-activator combination. *Amer. J. Orthod. dentofac. Orthop.* 97 (1990), 495–504.
28. Lehmann, R., H. van Beek: Die orthodontisch-orthopädische Kombinationsbehandlung bei großer Frontzahnstufe. *Fortschr. Kieferorthop.* 45 (1984), 465–474.
29. Luder, H. U.: Skeletal profile changes related to two patterns of activator effects. *Amer. J. Orthodont.* 81 (1982), 390–396.
30. McNamara, J. A., F. L. Bookstein, T. G. Shaughnessy: Skeletal and dental changes following functional regulator therapy on class II patients. *Amer. J. Orthodont.* 88 (1985), 91–110.
31. Meach, C.: A cephalometric comparison of bony profile changes in class II, division 1 patients treated with extraoral force and functional jaw orthopaedics. *Amer. J. Orthodont.* 52 (1966), 353–370.
32. Melsen, B.: Langzeitbeobachtungen an Headgearfällen – ein Implantatstudium. *Fortschr. Kieferorthop.* 38 (1977), 424–434.
33. Mills, C. M., R. G. Holman, T. M. Graber: Heavy intermittent cervical traction in Class II treatment. A longitudinal cephalometric assessment. *Amer. J. Orthodont.* 74 (1978), 361–379.
34. Owen, A. H.: Morphologic changes in the sagittal dimension using the Fränkel-appliance. *Amer. J. Orthodont.* 80 (1981), 573–603.
35. Pancherz, H., O. Malmgren, H. Urban, J. Ömblus, K. Hansen: Class II correction in Herbst and Bass therapy. *Europ. J. Orthodont.* 11 (1989), 17–30.
36. Pancherz, M., M. Anehus-Pancherz: The headgear-effect of the Herbst-appliance: the cephalometric long-term study. *Amer. J. Orthodont. dentofac. Orthop.* 103 (1993), 510–520.
37. Pfeiffer, J. P., D. Grobéty: Gleichzeitige Verwendung der Nackenbandapparat und des Aktivators: Eine orthopädische Annäherung an die Therapie mit festsitzenden Apparaturen. *Inf. Orthodont. Kieferorthop.* 3 (1972), 179–202.

38. Pfeiffer, J. P., D. Grobéty: Simultaneous use of cervical appliance in activator: an orthopedic approach to fixed appliance therapy. *Amer. J. Orthodont.* 61 (1972), 353–373.
39. Rimmelink, H.-J., B. G. und Tan: Cephalometric changes during headgear-reactivator treatment. *Europ. J. Orthodont.* 13 (1991), 466–470.
40. Righellis, E. G.: Treatment effects of Fränkel, activator and extraoral traction appliances. *Angle Orthodont.* 53 (1983), 107–121.
41. Sander, F. G.: Zur Frage der Biomechanik des Aktivators, Entwicklung und Erprobung neuer Untersuchungsmethoden. *Habil.-Schrift, Westdeutscher Verlag, Bonn* 1980.
42. Sander, F. G.: Die Motorik von Unterkiefer und Großkörperbewegungen während des Schlafes. *Fortschr. Kieferorthop.* 42 (1982), 223–232.
43. Sander, F. G.: Der Einfluß herausnehmbarer kieferorthopädischer Apparate auf den Nachtschlaf des Patienten. *Fortschr. Kieferorthop.* 43 (1982), 57–63.
44. Sander, F. G.: Kann die Wirkungsweise funktionskieferorthopädischer Geräte gesteigert werden? *Zahnärztl. Prax.* 12 (1985), 479–481.
45. Sander, F. G.: Biomechanische Untersuchungen zur Bewegung des Unterkiefers bei der Headgear-Aktivator-Behandlung. *Fortschr. Kieferorthop.* 46 (1985), 297–310.
46. Sander, F. G.: Indikation für die Anwendung der Vorschubdoppelplatte. *Prakt. Kieferorthop.* 2 (1988), 209–222.
47. Sander, F. G.: Der Nachteffekt bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte. *Prakt. Kieferorthop.* 3 (1989), 97–106.
48. Sander, F. G.: Der Tageffekt bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte. *Vorläufiger Bericht. Prakt. Kieferorthop.* 3 (1989), 25–32.
49. Sander, F. G., C. Lassak: Die Beeinflussung des Wachstums mit der Vorschubdoppelplatte im Vergleich zu anderen funktionskieferorthopädischen Geräten. *Fortschr. Kieferorthop.* 51 (1990), 155–164.
50. Sander, F. G.: The bite-jumping-appliance. *European seminar on cranial facial growth and development in functional orthodontics. Arti del Congresso, Roma* 1993, p. 73–86.
51. Schadlbauer, E.: Langzeitergebnisse nach Aktivatorbehandlung. *Inf. Orthodont. Kieferorthop.* 4 (1984), 419–429.
52. Sergl, H. G.: Bißlageverschiebung – eine Utopie? *Fortschr. Kieferorthop.* 41 (1980), 298–307.
53. Teuscher, U.: A growth-related concept for skeletal class II treatment. *Amer. J. Orthodont.* 74 (1978), 258–275.
54. Teuscher, U.: Ein Konzept zur Behandlung der skelettalen Klasse II unter Berücksichtigung des Wachstums. *Inf. Orthodont. Kieferorthop.* 11 (1979), 41–61.
55. Ülgen, M.: Kephalemtrische Untersuchung der Auswirkungen der Distalbißbehandlung mit dem Aktivator und dem Zervikalheadgear auf das Gesichtsskelett und deren Vergleich. *Fortschr. Kieferorthop.* 42 (1981), 337–348.
56. Ülgen, M., G. P. F. Schmuth: Effekte des Aktivators bei der Klasse-II-1-Therapie. *Fortschr. Kieferorthop.* 48 (1987), 41–51.
57. Watson, W. G.: A computerized appraisal of the high-pull face-bow. *Amer. J. Orthodont.* 62 (1972), 561–579.
58. Wichelhaus, A.: Die Vorschubdoppelplatte – Modifikationen und deren Einsatzbereich. Teil 1: Kombination der Vorschubdoppelplatte mit einem Low-Pull-Headgear. *Quintessenz* 44 (1993), 1295–1306.
59. Wichelhaus, A.: Die Vorschubdoppelplatte – Modifikationen und deren Einsatzbereich. Teil 1: Kombination der Vorschubdoppelplatte mit einem Low-Pull-Headgear (II). *Quintessenz* 44 (1993), 1469–1479.
60. Wichelhaus, A.: Die Vorschubdoppelplatte – Modifikationen und deren Einsatzbereich. Teil 2: Kombination der Vorschubdoppelplatte mit einem High-Pull-Headgear (I). *Quintessenz* 44 (1993), 1637–1647.
61. Wichelhaus, A.: Die Vorschubdoppelplatte – Modifikationen und deren Einsatzbereich. Teil 2: Kombination der Vorschubdoppelplatte mit einem High-Pull-Headgear (II). *Quintessenz* 44 (1993), 1799–1811.
62. Wieslander, L., L. Lagerström: The effect of activator treatment on class II malocclusion. *Amer. J. Orthodont.* 75 (1979), 20–26.
63. Witt, E., G. Sahm, R. Hevia: Der Bionator mit anteriorem Hochzug – Das Würzburger Konzept, Teil I. *Prakt. Kieferorthop.* 4 (1990), 285–292.

*Korrespondenzanschrift: Dr. A. Wichelhaus, Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität, Oberer Eselsberg, D-89081 Ulm.*