

Aus der Abteilung Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

-Nordwestdeutsche Kieferklinik-

(Direktor Prof. Dr. med. Dr. med. dent. M. Heiland)

Kopf- und Neurozentrum

des Universitätsklinikums Hamburg

Universität Hamburg

Analyse skelettaler Fehlbildungen des Schädels

bei Neurofibromatose 1

Eine röntgen-kephalometrische Studie in der Sagittalebene

Dissertation

von Jan-Marten Lehmann

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin

der Universität Hamburg

vorgelegt im Jahre 2013

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am:

20.06.2013

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende:

Prof. Dr. Dr. R. E. Friedrich

Prüfungsausschuss, zweiter Gutachter:

Prof. Dr. C. Hagel

Prüfungsausschuss, dritter Gutachter:

Prof. Dr. V. Mautner

1.	EINLEITUNG	3
2.	MATERIAL UND METHODIK	15
3.	ERGEBNISSE	32
3.1	ERGEBNISSE FÜR DEN KIEFERWINKEL	32
3.2	ERGEBNISSE FÜR DEN WINKEL ML-NSL.....	63
3.3	ERGEBNISSE ZUM WINKEL NL-NSL	93
3.4	ERGEBNISSE ZUM ML-NL-WINKEL	107
3.5	ERGEBNISSE ZUM INDEX	137
3.6	ERGEBNISSE ZUM SNA-WINKEL	150
3.7	ERGEBNISSE ZUM SNB-WINKEL	164
3.8	ERGEBNISSE ZUM ANB-WINKEL	177
4.	DISKUSSION	190
5.	ZUSAMMENFASSUNG DER DISSERTATION.....	215
6.	LITERATUR.....	224
7.	ANHANG.....	229
8.	LEBENS LAUF.....	239
9.	DANKSAGUNG.....	240
10.	EIDESSTÄTTLICHE VERSICHERUNG	241

1. Einleitung

Die hier vorliegende Arbeit wird sich mit der Erkrankung Neurofibromatose Typ 1 beschäftigen und strukturelle Veränderungen am Gesichtsschädel anhand von Fernröntgenseitenaufnahmen untersuchen. Zunächst werden allgemeine Erläuterungen zur Krankheit angeführt, nachfolgend wird speziell auf strukturelle Veränderungen des Gesichtsschädels Bezug genommen.

1.1 Erläuterungen zur Neurofibromatose

1.1.1 Definition und Epidemiologie

Die Neurofibromatose Typ 1 gehört zu den kongenitalen, neurokutanen Syndromen. Weitere bekannte Bezeichnungen für diese Krankheit sind NF1 und Morbus Recklinghausen, benannt nach dem erstbeschreibenden Pathologen. Die neurokutanen Syndrome oder auch Phakomatosen sind genetisch bedingte Erkrankungen. Diese Syndrome zeigen Dysplasien besonders von neuroektodermalen Geweben. Nachfolgend sind die wesentlichen neurokutanen Syndrome aufgezählt:

- Neurofibromatose Typ 1 und 2
- Tuberoöse Sklerose Bourneville-Pringle
- Sturge-Weber-Syndrom (Encephalotrigeminale Angiomatose)
- Klippel- Trenaunay- Weber- Syndrom
- Neurokutane Melanose
- Hypomelanosis Ito (Incontinentia pigmenti achromians)
- Nävus linearis-sebaceus Syndrom (Jadassohn-Syndrom)
- Von Hippel-Lindau-Syndrom (Oculozerebellare Hämangioblastomatose)

Statistisch gesehen liegt die Erkrankungsrate an NF1 bei 1:3500 (Stevenson, Laurie et al. 2007); 1:2.500 (Huson et al. 1988); 1:3000 (Lammert et al. 2005); die statistische Häufigkeit von NF-2 liegt im Vergleich dazu bei 1:33.000 bis 1:40.000 (Evans et al. 1992).

Es gibt verschiedene Annahmen zu geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Häufigkeit der Erkrankung. Die Autoren Mautner und Griffith nehmen an, dass Frauen und Männer im gleichen Verhältnis an Neurofibromatose erkranken (Griffith

et al. 1972; Mautner et al. 1991). Die Autoren Adrian (1903) und Borberg (1951) stellten die These auf, dass die Neurofibromatose eine stärkere Affinität zum männlichen Geschlecht hat als zum weiblichen. Spätere Untersuchungen von Maisel und Ogura (1973) ergaben, dass Frauen häufiger an Neurofibromatose erkranken als Männer.

1.1.2 Klassifikationen der Neurofibromatosen

Die Neurofibromatose wurde in der Erforschung von verschiedenen Wissenschaftlern in verschiedene Krankheitsbilder unterschieden. Riccardi beispielsweise löste durch seine Forschungsarbeit von 1982 die bisherige praktizierte Unterscheidung in „zentrale“ und „periphere“ Neurofibromatose ab und gliederte die Erkrankung erstmals in acht Neurofibromatosen auf, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind:

Tabelle 1: Einteilung der Neurofibromatose nach Riccardi

Typ	Bezeichnung	Beschreibung
NF1	Morbus Recklinghausen	siehe Tabelle 2
NF2	Bilaterale Akustikusneurofibromatose	Computer- oder kernspintomographischer Nachweis von bilateralen Tumoren des VIII. Hirnnerven. Ein Verwandter ersten Grades mit gesicherter Diagnose von NF2 und entweder a.) einem unilateralen Tumor des VIII. Hirnnerven oder b.) zwei der folgenden Befunde Neurofibrom Meningiom Gliom Schwannom Juvenile posteriore subkapsuläre Linsentrübung
NF3	Gemischte Form	Multiple ZNS-Tumoren, Café-au-lait-Flecken, Neurofibrome und/oder Neurinome
NF4	Atypische Form	Kriterien NF1, NF2 oder NF3 nicht erfüllt, diffuse Verteilung der Café-au-lait-Flecken und Neurofibrome
NF5	Segmentale Form	Café-au-lait-Flecken, Freckling, seltener Neurofibrome/Neurinome, lokal und an Körpermittellinien begrenzt auftretend
NF6	Familiäre Café-au-lait-Flecken	Multiple Café-au-lait-Flecken als isolierter Befund
NF7	Late onset- Neurofibromatose	Auftreten von Neurofibromen und Neurinomen erst ab der 3. Lebensdekade
NF8	Nicht näher bezeichnet	Eindeutige Neurofibromatose ohne Möglichkeit der Zuweisung zu einer der o.g. Formen

Riccardi definierte seine Einteilungen klinisch anhand der phänotypischen Ausprägungsformen. Aktuell werden aufgrund genetischer Erkenntnisse zwei Arten der Neurofibromatose unterschieden, die seit 1988 die Einteilung von Riccardi historisch werden ließen (National Institutes of Health Consensus Development Conference 1988):

- Neurofibromatose Typ 1 (klassische Form)
- Neurofibromatose Typ 2

Nachfolgend wird die Neurofibromatose Typ 1 näher betrachtet. Dieser Neurofibromatose-Typ ist als Grunderkrankung nachgewiesen und bildet den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit.

1.1.3 Historik der Neurofibromatose Typ 1

Schon im Mittelalter wurden Zeichnungen angefertigt, die an Neurofibromatose-Typ1-erkrankte Personen zeigen. Die Personen auf diesen Zeichnungen werden mit zum Teil erheblichen Entstellungen dargestellt (Zanca u. Zanca 1980).

1768 beschrieb der Arzt Mark Akenside erstmals das Auftreten der Krankheit in einer Publikation. In dieser Arbeit schilderte er das erbliche Auftreten von Knötchen auf der Haut. Akenside stellte schon damals die These auf, dass jene Knötchen aus subkutanen Drüsen gebildet werden (Ober 1968) und beschrieb die bis heute einzig mögliche Therapieform jene Hautdeformationen zu entfernen: die chirurgische.

Die auftretenden Hautveränderungen der Patienten wurden auch von anderen Wissenschaftlern beobachtet und dokumentiert. Smith belegt 1849 mit einem Neurofibrom der Zunge eine intraorale Ausprägung. Den Zusammenhang zwischen Nervensystem und Neurofibromen nachzuweisen gelang jedoch erst dem Pathologen Friedrich Daniel von Recklinghausen. Jenen Zusammenhang beschrieb er 1882 anhand von zwei Fallbeispielen in einer Festschrift. Aufgrund dieser Erklärung der Zusammenhänge wird die Neurofibromatose Typ 1 auch als „Morbus Recklinghausen“ oder „von-Recklinghausen-Neurofibromatose“ bezeichnet.

Mit der Darstellung der Zusammenhänge durch Recklinghausen begann ein rapider

Fortschritt in der Erkennung und Zuordnung der klinischen Ausprägungsformen (Lott & Richardson 1981).

Um 1900 wurden von Alex Thomsen statistische Daten erhoben und eine ausführliche Bibliographie über diese Krankheit veröffentlicht.

1.1.4 Genetische und makrobiologische Grundlagen der Neurofibromatose Typ 1

Die klinischen Merkmale eines NF1-Patienten sind vermutlich durch einen Defekt der Neuralleiste zu erklären, wobei auch eine mesodermale Missbildung in Verbindung mit NF1 gebracht werden muss (Stevenson et al. 2007).

Die von Friedrich Daniel von Recklinghausen beschriebene Krankheit NF1 ist charakterisiert durch Hauttumoren, die aus vermehrtem Wachstum von Nerven- und Bindegewebszellen vornehmlich des peripheren Nervensystems (v. Recklinghausen 1882; Lassmann et al. 1976) bestehen. Jedoch kann auch bei der NF1 das Zentralnervensystem betroffen sein (Rubenstein 1986; Rubenstein & Korf 1990; Mautner et al. 1991).

Bei der für die Arbeit relevanten Neurofibromatose Typ 1 handelt es sich um einen autosomal-dominanten Erbgang (Preiser & Davenport 1918). Da es sich hierbei um einen dominanten Erbgang handelt, prägen sich bereits heterozygote Träger phänotypisch aus, was im Falle einer Erkrankung eines Elternteils zu einer 50prozentigen Wahrscheinlichkeit der Erkrankung des Kindes führt.

In etwa 50 Prozent aller Neurofibromatose-Typ 1-Patienten sind jedoch nicht die Eltern Träger des mutierten NF-Gens. Wenn es nicht durch erbliche Vorbelastung zur Ausprägung kommt, muss eine Spontanmutation stattgefunden haben (Crowe et al. 1956). Die Penetranz ist fast vollständig (Riccardi & Lewis 1988), die Expressivität jedoch außerordentlich variabel. Die Mutation liegt auf dem NF1-Genom in der perizentromeren Region des Chromosoms 17, Genlokus q11.2 (Barker et al. 1987). Der Genlokus beinhaltet ca. 400.000 Basenpaare. Für diesen Locus sind Translokationen (zwischen Chromosom 1 und 17 sowie 17 und 22), Deletionen, Insertionen und Punktmutationen festgestellt worden (Metheny et al. 1995). Aus

ungefähr 50 Exons wird ein Peptid, bestehend aus 2500 Aminosäuren, gebildet, welches dem von Säugetieren bekannten GAP (GTPase aktivierendes Protein) ähnelt. Diese GAP-Domäne aktiviert (in vitro) die GTPase-Aktivität von ras p21. Die aktivierte GTPase hydrolysiert das gebundene GTP zu GDP und ist somit nicht mehr in der Lage, ihren Effektor zu stimulieren. Der Effektor stellt in diesem Fall ein mitogenes (die Zellteilung stimulierendes) Signal dar. Defekte GAPs können das mitogene Signal nicht abschalten, wodurch es zu einer überschießenden Gewebsvermehrung und damit zu den phänotypischen Veränderungen kommt. Die Aktivierung des GTP liegt vielen Tumoren zugrunde. Der eigentliche Mechanismus, der zur Entwicklung von Neurofibromen führt, ist bisher unbekannt (Kayes et al. 1994; Stevenson et al. 2007; Stevenson 2008).

1.1.5 Pathologische Auswirkungen der genetischen Veränderungen

Die genetischen Veränderungen können verschiedene phänotypische Ausprägungen zeigen. Das Auftreten von mindestens zwei der folgenden Merkmale ist die Grundlage zur Diagnostik der Krankheit:

Tabelle 2: Diagnosekriterien der NF1 nach Gutmann et al. 1997

<ul style="list-style-type: none"> • 6 oder mehr so genannte Café-au-lait-Flecken – milchkaffeefarbene Hautflecken, die bereits bei der Geburt vorliegen oder kurz danach auftreten. Die Größe ist abhängig vom Alter.
<ul style="list-style-type: none"> • 2 oder mehr Neurofibrome, gutartige Geschwülste bestimmter Nerven- und Bindegewebszellen, die sich auf, in oder unter der Haut und auch in jedem Körperteil bilden
<ul style="list-style-type: none"> • Sommersprossenartige Pigmentierung der Achselhöhlen und/oder der Leistengegend
<ul style="list-style-type: none"> • Optikusgliom (Tumor am Sehnerv)
<ul style="list-style-type: none"> • Mindestens 2 Irishamartome (Lisch-Knötchen)
<ul style="list-style-type: none"> • Typische Knochenveränderungen wie Keilbeindysplasie, Pseudarthrosen
<ul style="list-style-type: none"> • Verwandter ersten Grades (Elternteil, Geschwister, Kind), bei dem die Diagnose „NF1“ anhand der oben aufgeführten Kriterien gestellt wurde.

Die genannten Merkmale sind die NF1-Diagnosekriterien des National Institutes of Health. Darüber hinaus werden bei NF1-Betroffenen folgende Veränderungen relativ häufig angetroffen:

- Wirbelsäulenverkrümmungen (Skoliosen).
- Lern-, Leistungs- und Verhaltensstörungen.

Die in Tabelle 2 aufgeführten Diagnosekriterien werden im folgenden Text noch näher betrachtet und ihre Zusammenhänge beschrieben.

1.1.6 Veränderungen der Haut

Auffällige Erscheinungen der Haut sind die Café-au-lait-Flecken (CAL-Flecken) und Veränderungen der Farbe in der Achselgegend, was als Freckling bezeichnet wird. In mehr als 95 % der Fälle finden sich CAL-Flecken bei Patienten mit NF1. Etwa 80 % der Patienten weisen mehr als



Abbildung 1: Patient mit Café-au-lait-Flecken (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich)

sechs große hyperpigmentierte Areale auf. Sie treten in allen Hautarealen, insbesondere am Rumpf und den Extremitäten, weniger häufig im Gesicht auf. Sie können schon bei der Geburt vorhanden sein oder erst mit zunehmendem Alter manifest werden. Größe und Anzahl können insbesondere in der Kindheit zunehmen, im Alter können sie sich auch zum Teil wieder zurückbilden. Allerdings treten CAL-Flecken bei etwa 10 % der nicht erkrankten Bevölkerung auf. Es handelt sich bei dieser Hautveränderung um große (Durchmesser von 0,5 - 50 cm), scharf und unregelmäßig begrenzte, hell- bis dunkelbraune Flecken. Sie treten am Körper ohne erkennbare Ordnung auf. In diesen Arealen liegt eine Vermehrung von Melanozyten vor. Liegen mehr als sechs CAL-Flecken vor gilt, eine NF1-Erkrankung als sehr wahrscheinlich.

Eine weitere charakteristische Hautveränderung bei einer NF1-Erkrankung ist das sogenannte Freckling (engl. freckle = Sommersprossen). Sie stellt sich wie eine sommersprossen-ähnliche Hyperpigmentierung an Körperstellen dar, die größtenteils keiner direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind. Die auffälligsten und häufigsten Lokalisationen dieser Erscheinung sind in der Achselhöhle und Leistenregion. Da in etwa 90 % das Freckling bei Patienten mit Neurofibromatose Typ 1 auftritt, ist es ein diagnostisches Hauptkriterium. Daneben werden auch diffuse Farbveränderungen des Rumpfes (Lentiginose) beschrieben, welche ebenso gehäuft im Bereich der Axillen auftreten.



Abbildung 2: Patient mit Freckling (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich)

1.1.7 Tumoröse Veränderungen

Neurofibrome sind Tumoren des peripheren Nervensystems, welche sich vor allem im Bereich der Haut bemerkbar machen. Sie treten typischerweise kutan (Kutis = Gewebe der Haut), subkutan (Subkutis = Unterhautzellgewebe) oder als plexiforme Neurofibrome auf. Sie bestehen zu 60-80 % aus Schwann-Zellen, daneben aus Fibroblasten, Perineuralzellen, Mastzellen und einigen anderen, nur sporadisch anzutreffenden Zelltypen. Die Haut der Patienten kann mit bis zu 10.000 Tumoren unterschiedlicher Größe bedeckt sein. Sie variieren im



Abbildung 3: Patient mit dermalen Neurofibromen (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich)

Durchmesser von wenigen Millimetern bis zu mehreren

Zentimetern je Läsion. Die Neurofibrome können unter der Oberfläche liegen und dann als hügelige Oberflächenstruktur der Haut auffallen. Andere Fibrome sitzen halbkugelig auf der Haut auf oder können in Form eines Sackes anhaften. Die Tumoren sind normalerweise hautfarben, können aber auch rötlich, bläulich oder

violett erscheinen. Die kutanen Neurofibrome weisen eine weiche, homogene Konsistenz auf.

Die tiefer gelegenen subkutanen Neurofibrome sind derbe Verdickungen, welche von den peripheren Nerven ausgehen. Da die Wucherungen auch auf die Nerven selbst drücken, führen sie häufig zu Schmerzen und Sensibilitätsveränderungen. Dermale Neurofibrome zeigen keine Entartungen, wohingegen plexiforme Neurofibrome ein ca.10%iges Risiko zu Entartung zeigen. Der Ursprungsnerv ist bei Neurofibromen der Haut meist nicht zu finden.

Die plexiformen Tumoren sind nicht selten im Gesicht, im Nacken, an der Hüfte und am Unterschenkel lokalisiert. Sie treten mit einer Häufigkeit von 30-50% auf. Plexiforme Neurofibrome sind in der Größe und Ausdehnung sehr variabel und zeigen den ungewöhnlichen Tastbefund multipler strangförmiger Gewächse („Sack voll



Abbildung 4: plexiformes Neurofibrom (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich)

Würmer“). Klinisch lässt sich keine gesicherte Diagnose des plexiformen Neurofibroms stellen, dies geschieht über die histologische Abklärung. Plexiforme Neurofibrome wachsen in größeren Nervenästen, wo sie durch Verlängerung der Faszikel kolbenförmige Verdickungen bewirken. Mit der Tumorentwicklung steigt die Zahl der Schwann'schen Zellen und der perineuralen Zellen. Aufgrund des unterschiedlichen Wachstums werden plexiforme Neurofibrome in drei Arten unterschieden: die oberflächlich wachsenden, die verdrängend wachsenden und die invasiv wachsenden Tumoren (Friedrich et al. 2003; Mautner et al. 2005) Die chirurgische Entfernung des plexiformen Neurofibroms ist aufgrund der Blutungsneigung und seiner schlechten Begrenzung anspruchsvoll. Zudem gibt es eine Rezidivgefahr, da häufig nur eine Teilresektion des Tumors möglich ist. In einigen Fällen ist ein plexiformes Neurofibrom inoperabel aufgrund seiner Lokalisation. Die Patienten weisen häufig neurologische Defizite,

Organkompressionen und Entstellungen auf. Die Entwicklung der plexiformen Neurofibrome beginnt in der Regel konnatal, und die Entwicklung der kutanen Tumoren wird häufig mit Phasen der hormonellen Umstellung wie Pubertät oder Schwangerschaft in Verbindung gebracht.

1.1.8 Veränderungen der Augen

Im Auge können sogenannte Lisch-Knötchen auftreten, benannt nach dem Erstbeschreiber Karl Lisch (Lisch 1937). Sie sind ein sehr hilfreiches diagnostisches Kriterium, da sie sich bei nahezu allen über 20 Jahre alten Patienten mit Neurofibromatose vom Typ 1 finden lassen. Dabei handelt es sich um kleine, rundliche, scharf begrenzte und leicht erhabene Veränderungen in der Iris. Die Knötchen haben einen hellen, gelblichen bis bräunlichen Farbton. Die Anzahl nimmt mit dem Alter der Patienten zu und wird bei über 90 % der

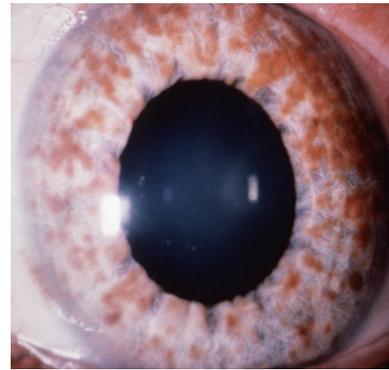


Abbildung 5: Lisch-Knötchen der Iris
(Alle Abbildungen von klinischen
Fällen aus der Privatsammlung von
Professor Friedrich)

Patienten beidseitig diagnostiziert. Diese von Melanozyten abstammenden gutartigen Gewebsveränderungen der Iris wurden bereits 1918 von Waardenburg beschrieben. Ihre diagnostische Bedeutung wurde 1937 von Karl Lisch entdeckt. 1981 wurde durch die Arbeiten von Vincent M. Riccardi und 1991 durch eine Studie von Marie Louise Lubs der außerordentlich große Wert der Lisch-Knötchen für die Differentialdiagnose der Neurofibromatose Typ 1 herausgestellt.

Gliome (hirneigener Tumor, der von den Gliazellen abstammt) sind die Nervenscheidentumoren des ZNS bei NF1-Patienten. Als solche treten sie am häufigsten am Nervus opticus als pilozytische Astrozytome auf, die dann auch als Optikusgliome bezeichnet werden können. Hierbei kann der Sehnerv einseitig oder bilateral befallen sein. Sie stellen die häufigsten intrakraniellen Tumoren bei NF1-Patienten (Listernick et al 1994) dar und treten bei etwa 15 % der Erkrankten auf, meist zwischen dem 3-6 Lebensjahr (Listernick et al 1994). Sie machen 2-5 % aller Hirntumoren in der Kindheit aus, fast 50 % der Patienten mit Optikusgliomen haben eine NF1 (Heidemann 1993). Bei ca. jedem dritten Patienten führen sie zu klinischen

Symptomen (Gesichtsfeldeinschränkung, Visusreduktion, selten Hirndruck) (Riccardi 1992). Ist das Chiasma mitbetroffen, scheint die Prognose schlechter zu sein (Listernick et al. 1997). Insgesamt sind aber nur wenige der Optikusgliome bei NF1-Patienten progredient, in Einzelfällen wurde auch eine Spontanregression beschrieben. Dieses gutartige biologische Verhalten von Optikusgliomen bei NF1-Patienten rechtfertigt ein in der Regel konservatives Procedere unter engmaschiger augenärztlicher und kernspintomographischer Kontrolle (Shuper et al. 1997), nur selten ist bei eindeutiger klinischer Progredienz des Tumors ein operatives und/oder chemotherapeutisches Eingreifen erforderlich.

1.1.9 Veränderungen der Knochenstruktur

Skelettale Veränderungen treten bei einem Drittel der Patienten auf und sind für die Krankheit ebenso typisch wie Hautveränderungen. Bereits 1901 beschrieb Adrian ausführlich skelettale Veränderungen bei Neurofibromatose, die 1924 von Brooks bestätigt wurden. Interessanterweise bevorzugen die Knochenveränderungen Wirbelsäule, Keilbein, Schien- und Wadenbein.

1948 wurden die Knochenveränderungen von Holt und Wright in verschiedene Gruppen geteilt:

Tabelle 3: Knochenveränderungen nach Holt und Wright

• Erosive Knochenveränderungen in der Nähe von Neurofibromen
• Zystische Veränderungen im Knochen
• Skoliose
• Über- und Unterentwicklung einzelner Knochen
• Verformung und Pseudarthrose der unteren Extremitäten
• Kongenitale Anomalien

Die Skoliose ist von den aufgezählten Veränderungen die häufigste. Sie kann bei sehr extremer Ausprägung zu einer Querschnittssymptomatik führen, was aber auch durch Neurofibrome, die durch den Wirbelkanal wachsen, geschehen kann.

Ebenfalls bei langen Röhrenknochen kommt es zu Verkrümmungen, die zu Frakturen führen können.

Neurofibrome können zu Veränderungen im Wachstum der Extremitäten führen. Ein übermäßiges Wachstum der Extremitäten durch ein Neurofibrom wird als „Elephantiasis neurofibromatosa“ bezeichnet (Spittel & Fernando 1929; Davis et al. 1954; Hunt & Pugh 1961). Es kann aber auch durch ein Neurofibrom ein Minderwuchs verursacht werden oder sogar zum Fehlen von Knochenanteilen kommen.

Die Erkrankung führt in Teilen des Schädels zu einem abnormalen Wachstum der Knochen, was in dieser Arbeit näher betrachtet und vermessen werden soll. So wurden bereits von Billroth (1869) und Bruns (1870, 1891) Beobachtungen über abnormales Gesichtswachstum an Patienten gemacht, denen rückblickend die Diagnose Neurofibromatose zugeordnet werden kann. Diese Beschreibung wurde später von Tauber 1905 und Kren 1906 in ihrer Aussage bestätigt.

Die wohl bekannteste Veränderung, die am Schädel eintreten kann, ist die Keilbeindysplasie. Durch Fehlen von Anteilen des Keilbeins (Holt & Wright 1948) kann es zum Eintritt von Teilen des Temporallappens in die Augenhöhle kommen und somit durch die Hirnpulsationen zu einer Pulsation des Augenhöhleninhalts führen. Dies wird als pulsierender Exophthalmus bezeichnet (Rockliffe 1900; LeWald 1933; Bruwer & Kjerland 1955).

Häufig beobachtet wird bei einem pulsierenden Exophthalmus eine Vergrößerung des Orbitadurchmessers der betroffenen Seite, wozu es aber ohne intraorbitale Veränderungen kommen kann.

Eine Ausweitung und Deformierung des Türkensattels lässt sich nicht auf einen Tumorbefund in der Hypophyse zurückführen.

Die oben beschriebenen Veränderungen am Schädel, nämlich Keilbeindysplasie, vergrößerter Orbitadurchmesser, Türkensattel-Verformung und Vergrößerung der mittleren Schädelgrube sind vergesellschaftet mit dem Francois-Syndrom. Dies ist eine Ausprägungsform der Neurofibromatose des Typs 1.

Es wird durch die folgenden drei Symptome beschrieben:

- Unitateraler Buphthalmus
- Homolaterales plexiformes Neurofibrom des Oberlides
- Halbseitige Hypertrophie des Gesichtes

Diese Form gibt den Patienten ein charakteristisches Aussehen und führt zu Knochenveränderungen im gesamten fazialen Bereich, weshalb das Francois-Syndrom wichtig für die folgenden Auswertungen ist.

1.2 Fragestellung

In der nachfolgenden Arbeit sollen die Veränderungen am Schädel bei Neurofibromatose Typ 1 vermessen und untersucht werden. Hierfür werden Vermessungen an digitalisierten Fernröntgenseitenaufnahmen von NF1-Patienten und von Personen einer Kontrollgruppe vorgenommen, damit im Vergleich typische Veränderungen herausgearbeitet werden können. Der Nervus trigeminus stellt den Mittelpunkt für diese Untersuchungen dar und die Auswirkungen auf das Skelett, wenn der Nerv von einem Tumor betroffen ist. Hierfür werden verschiedene Gruppen von Patienten erstellt, um zu klären, ob es bestimmte Formen des Ausprägungsgrades gibt. Zudem soll eine Untersuchung zwischen Patienten vom disseminierten Ausprägungstyp und der Kontrollgruppe sowie zwischen den Patienten vom disseminierten Ausprägungstyp und den Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im Gesicht klären, ob es zu skelettalen Veränderungen kommt. Somit ist zu klären, ob Patienten vom disseminierten Krankheitstyp als skelettal gesund und somit keinen ausgeprägten Unterschied zur Kontrollgruppe zeigen oder ob sie als skelettal verändert gelten und eine eigene Ausprägungsform zeigen und sich eventuell von Patienten mit plexiformen Neurofibromen unterscheiden.

Des Weiteren soll mit den Untersuchungen geklärt werden, ob es zu Veränderungen bestimmter Vermessungsparameter kommt, wie zum Beispiel der Gesichtshöhe, des Kieferwinkels oder des Grundebenen-Winkels, wenn der Nervus trigeminus betroffen ist. Auch ist zu untersuchen, ob eine Erkrankung des Nervus trigeminus die Lage des Oberkiefers und des Unterkiefers zueinander verändert.

Diese Fragestellungen sind nun anhand von Röntgenaufnahmen von 172 NF1-Patienten gegen eine Kontrollgruppe von 29 Probanden zu untersuchen. Diese Anzahl von Patienten ist selten und wurde über viele Jahre an der Nordwestdeutschen Kieferklinik durch Professor Dr. med. Dr. med. dent. Friedrich aufgebaut. Die Masse an Daten führt zu einer aussagekräftigen Untersuchung.

2. Material und Methodik

2.1 Untersuchungsmaterial und NF1-Patientengruppe

In der vorliegenden Dissertation wird sich auf einen Patientenstamm von 172 an NF1 erkrankten Personen bezogen, die in einem Zeitraum von 1985 bis 2008 in der Universitätsklinik in Hamburg-Eppendorf radiologisch untersucht wurden.

Insgesamt werden die Aufnahmen von 87 Männern und 85 Frauen ausgewertet. Grund für diese Auswertung ist der vorliegende Befund „Morbus Recklinghausen“ für diese Personen. Die Röntgenaufnahmen aller Patienten wurden digitalisiert und ausgewertet. Alle 172 NF1-Patienten erfüllen die diagnostischen Kriterien der NF1 nach Gutman et al. 1997.

Das Alter der weiblichen Patienten liegt bei den vorhandenen Röntgenbildern zwischen 7 und 62 Jahren. Das Alter der männlichen Patienten liegt bei den vorhandenen Aufnahmen zwischen 4 und 78 Jahren.

Tabelle 4: Geschlechtsverteilung der gesamten Testgruppe

Geschlecht	N	Prozent
männlich	87	50,58 %
weiblich	85	49,42 %
Total	172	100 %

Tabelle 5: Altersverteilung der gesamten Testgruppe (männlich)

Zeitpunkt	X	Min	Max	N
1. Aufnahme	27,6	4	78	87

X = Mittelwert in Jahren; Min = Minimum in Jahren; Max = Maximum in Jahren; N = Anzahl der Fälle

Tabelle 6: Altersverteilung der gesamten Testgruppe (weiblich)

Zeitpunkt	X	Min	Max	N
1. Aufnahme	33,1	7	62	85

X = Mittelwert in Jahren; Min = Minimum in Jahren; Max = Maximum in Jahren; N = Anzahl der Fälle

Die Röntgenaufnahmen, die in dieser Arbeit ausgewertet werden, sind Fernröntgenseitenaufnahmen (FRS). Es wird darauf geachtet, wie sich bestimmte Bereiche der Fernröntgenseitenaufnahme bei NF1-Patienten verändern.

Zusätzlich neben den an NF1 erkrankten Personen wird eine Kontrollgruppe analysiert, die mit NF1-Patienten verglichen werden soll. Die Kontrollgruppe umfasst 29 Personen, wovon 19 männliche und 10 weibliche Probanden sind.

Das Alter der weiblichen Probanden liegt bei den vorhandenen Aufnahmen zwischen 17 und 26 Jahren, woraus ein Durchschnittsalter von 22,7 Jahren resultiert. Das Alter der männlichen Probanden liegt bei den vorhandenen Aufnahmen zwischen 15 und 31 Jahren, woraus ein Durchschnittsalter von 25,2 Jahren resultiert.

Die 29 Personen der Kontrollgruppe sind hierfür geeignet, da sie ohne kieferorthopädische Therapie eine Idealokklusion aufweisen. Es ist ein besonderer Fall, dass von diesen Personen Fernröntgenseitenaufnahmen vorliegen.

Tabelle 7: Geschlechtsverteilung der gesamten Kontrollgruppe

Geschlecht	N	Prozent
männlich	18	62,1 %
weiblich	11	37,9 %
Total	29	100 %

Tabelle 8: Altersverteilung der gesamten Kontrollgruppe (weiblich)

Zeitpunkt	X	Min	Max	N
1. Aufnahme	23,2	17	26	11

X = Mittelwert in Jahren; Min = Minimum in Jahren; Max = Maximum in Jahren; n = Anzahl der Fälle

Tabelle 9: Altersverteilung der gesamten Kontrollgruppe (männlich)

Zeitpunkt	X	Min	Max	N
1. Aufnahme	25,7	16	35	19

X = Mittelwert in Jahren; Min = Minimum in Jahren; Max = Maximum in Jahren; n = Anzahl der Fälle

2.2 Bearbeitungsmethoden der NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Die vorliegenden Fernröntgenseitenaufnahmen mussten zunächst in eine digitale Form überführt werden. Hierfür benötigt man einen PC und einen Durchlichtscanner. Der verwendete Scanner ist der Agfa Duoscan T1200[®]. Zusätzlich wird die Software Agfa Fotolook 3.60.00[®] verwendet. Vor dem Scanvorgang wird eine Folie mit drei Punkten auf dem Röntgenbild befestigt, welche zur Kalibrierung der Vermessungsergebnisse dient, weshalb diese vor der Vermessung auf jedem Röntgenbild gesetzt werden müssen. Das mit der Punkte-Folie auf dem Einschub befestigte Röntgenbild wird dann digitalisiert.

Nach der Digitalisierung muss die Aufnahme weiterbearbeitet werden.

Alle vorliegenden Patientennamen werden zuerst in das Programm Ortho Express[®] der Firma Computer Forum übernommen, welches zusätzlich Geschlecht und Geburtsdatum abspeichert und als Verwaltungs- und Abrechnungsprogramm in Praxen Verwendung findet.

Alle Fernröntgenseitenaufnahmen werden nun mittels des Vermessungsprogramms Dental-Vision[®] der Firma Computer Forum geöffnet. Dental-Vision[®] übernimmt eingegebene Daten über den Patienten aus dem Programm Ortho Express[®]. Der Hersteller beschreibt die Anwendung der Software wie folgt: „Dental Vision ist ein Programm, das Bilder aus verschiedensten bildgebenden Quellen unterschiedlicher Röntgengeräte verarbeitet und in einer gemeinsamen Datenbank unter einer

gemeinsamen Benutzeroberfläche speichert. Der Zahnarzt hat hierbei nie verschiedene Datenbestände: die Bilder eines Patienten sind immer komplett in der Dental-Vision-Datenbank gespeichert und nicht auf unterschiedliche, herstellereigenspezifische Datenbestände verteilt. Dies bedeutet, die Bilder müssen auch nicht aus diesen verschiedenen Datenbeständen herausgesucht und zusammengeführt werden, sondern sind immer patientenbezogen vollständig vorhanden“ (HP www.dental-vision.de).

2.3 Röntgentechnik

Die seitlichen Fernröntgenaufnahmen mit horizontalem Strahlengang wurden in der Röntgenabteilung der Zahn-, Mund-, und Kieferklinik des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf erstellt. Da die Röntgenbilder miteinander verglichen werden sollen, muss eine gute Wiederholgenauigkeit vorliegen. Dies wird durch eine Kopfhaltung erreicht, die aus zwei in ihrem Abstand veränderlichen Streben besteht. Am Ende dieser Streben befinden sich jeweils einander zugewandte Koni (Ohroliven), die in den Gehörgang eingeführt werden und somit den Patienten zumindest bei Drehbewegungen um die Horizontale fixieren. Nickbewegungen sind weiterhin möglich, was bei einigen Röntgenaufnahmen zu Unbrauchbarkeit führt. Des Weiteren wird der Patient in Bezug der Frankfurter Horizontalen, die parallel zum Fußboden sein soll, ausgerichtet und die Okklusion durch einen Aufbiss eingestellt. Einige Aufnahmen wurden zur Verhinderung der Nickbewegung mit einem Nasenbügel gemacht. Die Aufnahmen für diese Arbeit wurden mit dem LUMEX-Kephalostaten der Firma Wehmer angefertigt.

Je größer der Fokus-Objekt-Abstand und je geringer der Objekt-Film-Abstand, desto eher kann man von annähernd parallelen Röntgenstrahlen und einem geringeren Verzerrungsgrad ausgehen. Dies bedeutet einen verkleinerten Abbildungsfehler.

Bei den vorliegenden Aufnahmen wurde ein Fokus-Objekt-Abstand von 3,98 Meter eingestellt. Die Röhrenspannung beträgt 71, 5 bis 73 kV bei 56 mAs.

Die Distanz zwischen den Ohroliven des Kephalostaten und dem Film beträgt 18 cm. Da diese Einstellungen als Standard für alle Röntgenaufnahmen gelten, kann der Vergrößerungsfaktor von ca. 4,7 % vernachlässigt werden.

2.4 Auswertungen der Röntgenaufnahmen

Die digitalisierten Röntgenbilder werden, wie oben bereits erwähnt, in Dental Vision® den Patientendaten zugeordnet und ausgewertet.

Die Besonderheit, mit der Dental Vision arbeitet, ist eine 5 cm x 5 cm große Folie mit drei Markierungen, welche am oberen Bildrand befestigt wird, die dann später als eindeutige „Eichpunkte“ dienen und somit eine korrekte Vermessung überhaupt ermöglichen und evtl. Ungenauigkeiten des Scanners beseitigen.

Die Auswertung des Bildes geschieht in Dental Vision® durch ein Auswertungskonzept. Das hier angewandte Auswertungskonzept verwendet als Grundlage die „Individualisierte Kephalometrie“ (Version 3) nach Hasund/Segner 3, welche anatomische Referenzpunkte beinhaltet (Segner & Hasund 1998). Diese Punkte sind in der nachfolgenden Tabelle nach dem Programm Dental Vision aufgelistet:

Tabelle 10: Referenzpunkte

Referenzpunkte	Abkürzung	Definition
Sellapunkt	S	Zentrum der knöchernen Krypte der Sella turcica (konstruierter Punkt)
Porion	Po	Am weitesten kranial gelegener Punkt des äußeren knöchernen Gehörganges
Basion	Ba	Am weitesten dorsal gelegener Punkt am Vorderrand des Foramen occipitale magnum

Articulare	Ar	Schnittpunkt der unteren Kontur der Schädelbasis mit dem aufsteigenden Ast des Unterkiefers
Hinterer Ramustangentialpunkt	RtgH	Dorsaler Ramustangentialpunkt
Unterer Ramustangentialpunkt	RtgU	Kaudaler Ramustangentialpunkt
Menton	Me	Am weitesten kaudal gelegener Punkt des knöchernen Kinns
Pogonion	Pg	Anteriorster Punkt des knöchernen Kinns
B-Punkt	B	Tiefster Punkt der Konkavität der Mandibula
Inzisalkante 41	41ii	Inzisalkante des Zahnes 41
Wurzel 41	41ai	Wurzelspitze des Zahnes 41
Höcker 46	46dH	Distale Höckerspitze des Zahnes 46
Wurzel 46	46dW	Distale Wurzel des Zahnes 46
Höcker 16	16dH	Distale Höckerspitze des Zahnes 16
Wurzel 16	16dW	Distale Wurzel des Zahnes 16
Inzisalkante 11	11is	Inzisalkante des Zahnes 11
Wurzel 11	11as	Wurzelspitze des Zahnes 11
A-Punkt (Subspinale)	A	Tiefster Punkt der Konkavität der Maxilla
Spina nasalis anterior	Spa	Vordere Begrenzung des Nasenbodens
Pterygomaxillare	Pm	Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Corpus maxillae mit der Kontur des Gaumens
Orbitale	Or	Kaudaler Punkt des knöchernen Orbitarandes
Nasion	N	Übergang des Os frontale in das Os nasale an der Sutura nasofrontalis
Weichteil Glabella	Gl	Vorspringenster Punkt der Stirn

Weichteil Nasion	N	Tiefster Punkt der Weichteilkonkavität auf Höhe der Sutura nasofrontalis
Weichteil Nasenspitze	No	Anteriorer Punkt der Nasenspitze
Weichteil Columella	Co	Anteriorer Punkt des Nasenstegs
Weichteil Subnasale	Sn	Übergang des Nasenstegs zum Philtrum
Weichteil A-Punkt	A	Tiefster Punkt der Konkavität der Oberlippe
Weichteil Oberlippe	OI	Anterior gelegener Punkt der Oberlippe
Weichteil Stomion superius	Stos	Kaudaler Punkt der Oberlippe
Weichteil Stomion inferius	Stoi	Kranialer Punkt der Unterlippe
Weichteil Unterlippe	UI	Anterior gelegener Punkt der Unterlippe
Weichteil B-Punkt	B	Tiefster Punkt der Konkavität der Unterlippe
Weichteil Pogonion	Pg	Anterior gelegener Punkt des Weichteilkinns
Weichteil Gnathion	Gn	Am weitesten anterior und kaudal gelegener Punkt des Weichteilkinns
Weichteil Menton	Me	Am weitesten kaudal gelegener Punkt des Weichteilkinns unterhalb des knöchernen Mentons
Weichteil Cervikalpunkt	C	Tiefster Punkt am Übergang Submentalregion zum Hals

Die Punkte werden in einer kleinen Maske angezeigt, und diese werden dann in der Aufnahme per Mausklick gesetzt. Das Setzen ist jederzeit noch korrigierbar.

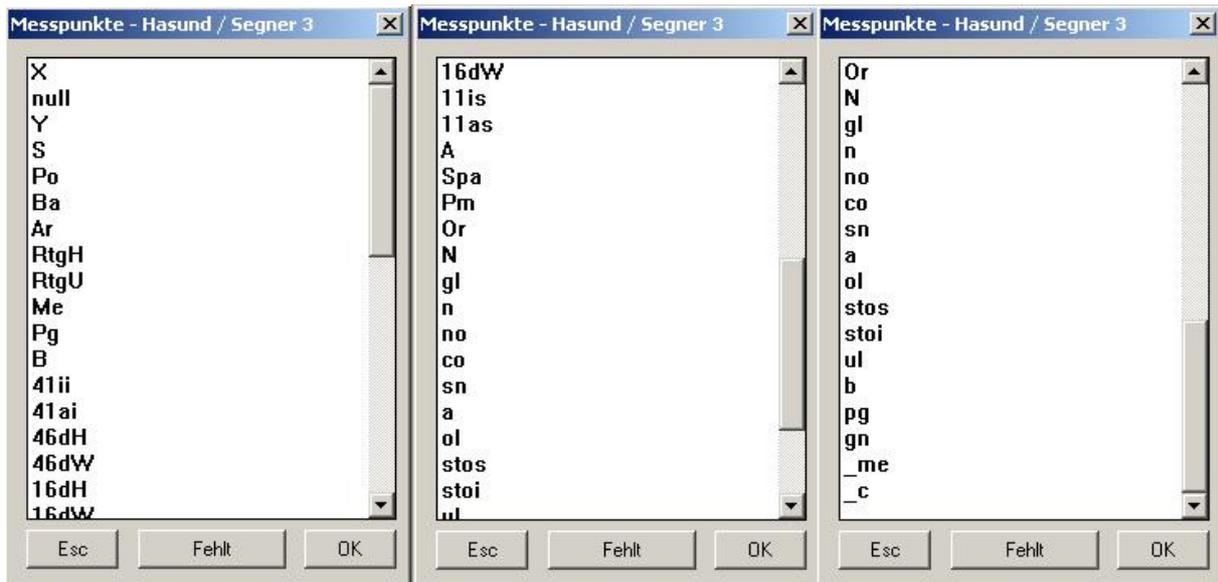


Abbildung 7: angezeigte Maske in Dental Vision

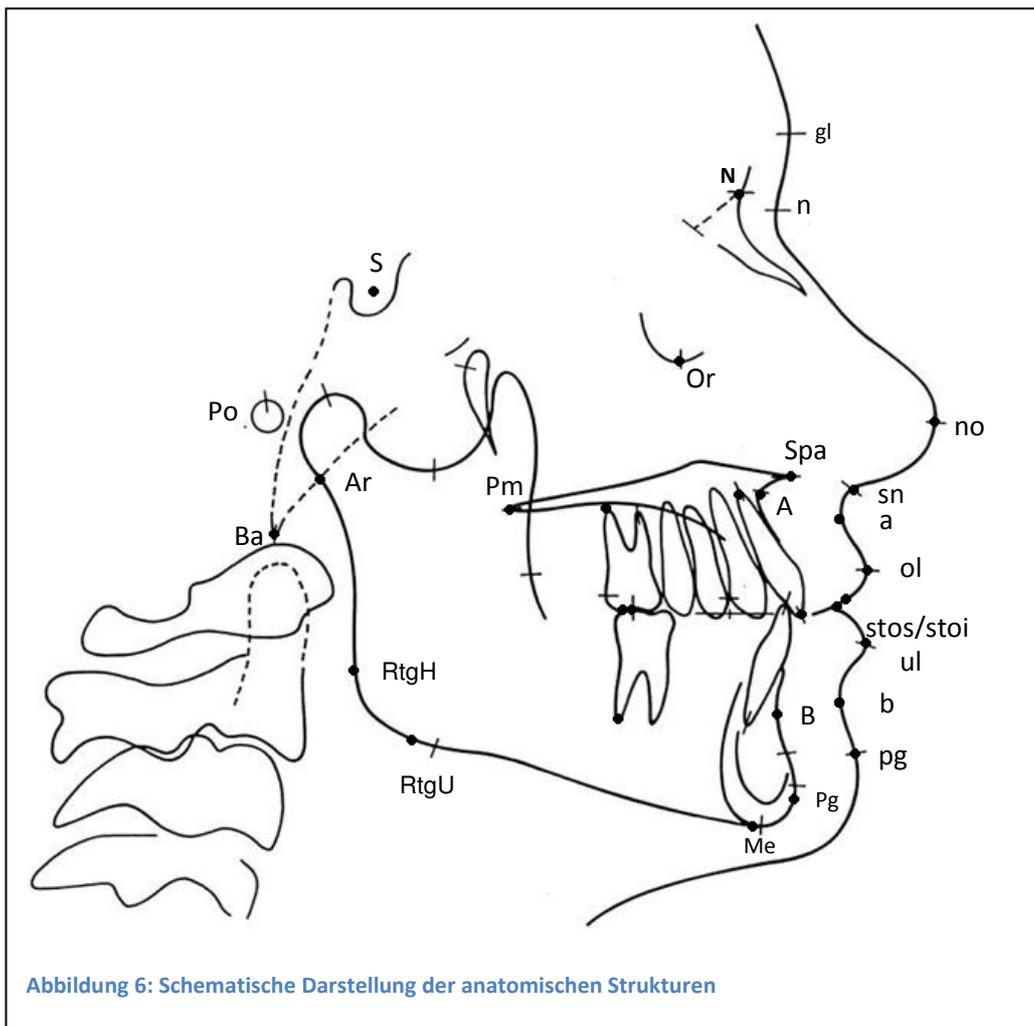


Abbildung 6: Schematische Darstellung der anatomischen Strukturen

Eine Kurzbeschreibung der Punkte in den Abbildungen 7 und 8 ist in Tabelle 10 zusammengestellt.

Nachstehend exemplarisch die Reproduktion einer Aufnahme mit gesetzten Punkten, wie es sich in Dental-Vision darstellt.

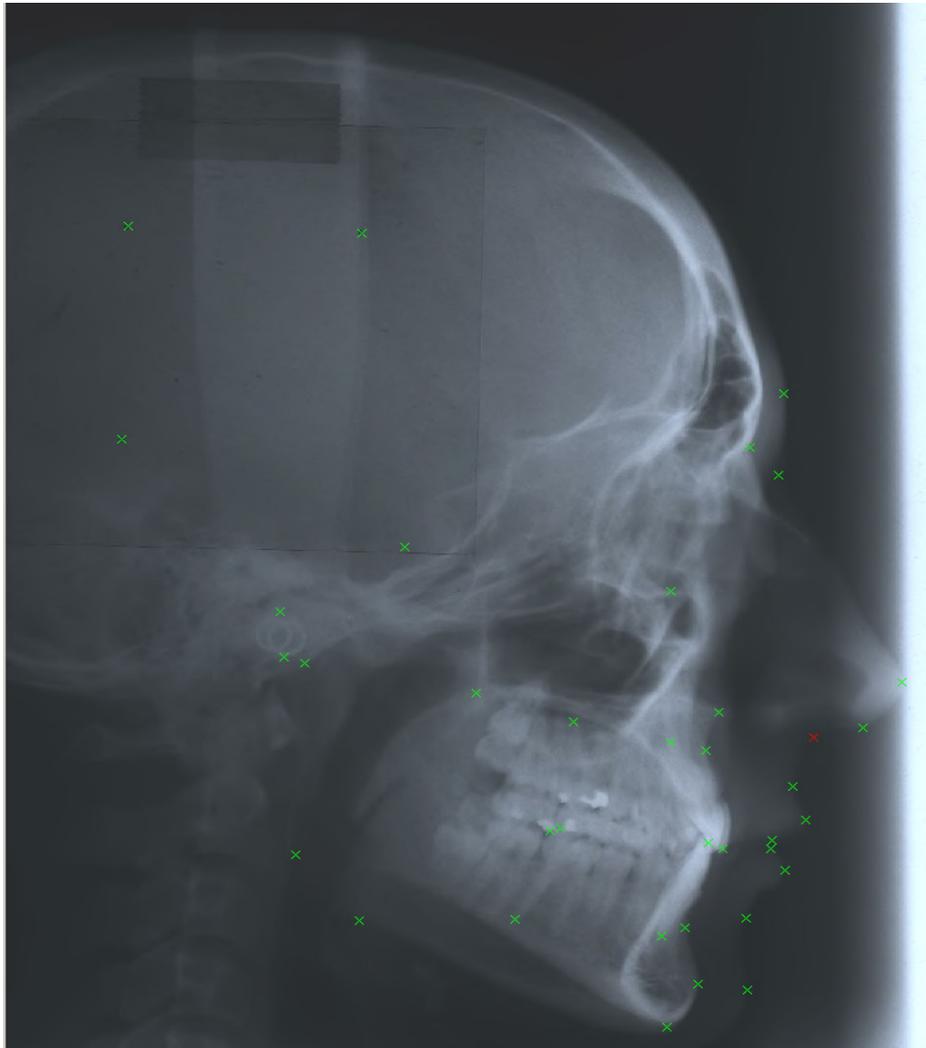


Abbildung 8: FRS-Aufnahme mit gesetzten Punkten

Sollte ein Punkt nicht deutlich erkennbar sein, wurde er nach Rücksprache mit Kollegen nicht mit in die Auswertung einbezogen. Dies hat zur Folge, dass die Gruppengröße in der Auswertung nicht konstant ist, weil Patienten für einige untersuchte Parameter nicht einbezogen wurden.

2.5 Computerunterstützte Erfassung der Daten

Nachdem die Referenzpunkte gesetzt sind, berechnet das Programm die in der Maske festgelegten Abstandverhältnisse und Winkel zueinander. Diese Ergebnisse werden dann später aus Dental Vision[®] exportiert und in einer Excel[®]-Tabelle gespeichert. Wie ein solcher Befundbogen aussieht, ist in der nachstehenden Abbildung 9 zu sehen. Neben den von Dental Vision[®] errechneten Werten wird die individuelle Auswertung komplettiert durch eine Bilddurchzeichnung der Messpunkte und Messlinien sowie eine Normverteilungstabelle.

Werte	Norm	AB	ZB-1	ZB-2	EB
SNA	82,0		81,6		
SNB	80,0		70,1		
ANB	2,0		11,5		
SNPg	81,0		67,4		
SNBa	130,0		143		
Gn-tgo-Ar	130,0		152,6		
H-Winkel	9,2		35,3		
Nasolabialw.	109,6				
OK1 : UK1	130,0		102,0		
OK1 : NA	22,0				
UK1 : NB	25,0		48,7		
OK1 : NA mm	4,0		2,4		
UK1 : NB mm	4,0		14,7		
Pg : NB mm	2,3		-5,9		
ML-NSL	32,0		55,6		
NL-NSL	8,1		12,9		
ML-NL	19,8		42,7		
N - Sp ⁺ mm			52,0		
Sp ⁺ - Gn mm			74,2		
Index	79,0		70,1		

Patient
Name :
Vorname :
geb. am :
Geschl. :
Alter :
Status :

Hasund / Segner 3

(individualisierte Normwerte nach Segner/Hasund)						
ANB	SNA	NL-NSL	NSBa	ML-NSL	SNB	ML-NL
62	82	32	130	32	80	8
63	81	31	129	31	79	7
64	80	30	128	30	78	6
65	79	29	127	29	77	5
66	78	28	126	28	76	4
67	77	27	125	27	75	3
68	76	26	124	26	74	2
69	75	25	123	25	73	1
70	74	24	122	24	72	0
71	73	23	121	23	71	-1
72	72	22	120	22	70	-2
73	71	21	119	21	69	-3
74	70	20	118	20	68	-4
75	69	19	117	19	67	-5
76	68	18	116	18	66	-6
77	67	17	115	17	65	-7
78	66	16	114	16	64	-8
79	65	15	113	15	63	-9
80	64	14	112	14	62	-10
81	63	13	111	13	61	-11
82	62	12	110	12	60	-12
83	61	11	109	11	59	-13
84	60	10	108	10	58	-14
85	59	9	107	9	57	-15
86	58	8	106	8	56	-16
87	57	7	105	7	55	-17
88	56	6	104	6	54	-18
89	55	5	103	5	53	-19
90	54	4	102	4	52	-20
91	53	3	101	3	51	-21
92	52	2	100	2	50	-22
93	51	1	99	1	49	-23
94	50	0	98	0	48	-24
95	49	-1	97	-1	47	-25
96	48	-2	96	-2	46	-26
97	47	-3	95	-3	45	-27
98	46	-4	94	-4	44	-28
99	45	-5	93	-5	43	-29
100	44	-6	92	-6	42	-30
101	43	-7	91	-7	41	-31
102	42	-8	90	-8	40	-32
103	41	-9	89	-9	39	-33
104	40	-10	88	-10	38	-34
105	39	-11	87	-11	37	-35
106	38	-12	86	-12	36	-36
107	37	-13	85	-13	35	-37
108	36	-14	84	-14	34	-38
109	35	-15	83	-15	33	-39
110	34	-16	82	-16	32	-40
111	33	-17	81	-17	31	-41
112	32	-18	80	-18	30	-42
113	31	-19	79	-19	29	-43
114	30	-20	78	-20	28	-44
115	29	-21	77	-21	27	-45
116	28	-22	76	-22	26	-46
117	27	-23	75	-23	25	-47
118	26	-24	74	-24	24	-48
119	25	-25	73	-25	23	-49
120	24	-26	72	-26	22	-50
121	23	-27	71	-27	21	-51
122	22	-28	70	-28	20	-52
123	21	-29	69	-29	19	-53
124	20	-30	68	-30	18	-54
125	19	-31	67	-31	17	-55
126	18	-32	66	-32	16	-56
127	17	-33	65	-33	15	-57
128	16	-34	64	-34	14	-58
129	15	-35	63	-35	13	-59
130	14	-36	62	-36	12	-60

ANB Ist: 11,5 Prognose mit FKO:
Prognose ohne FKO:
PgNB Ist: -5,9 Prognose:
H-Winkel Ist: 35,3 Prognose mit FKO:
Prognose ohne FKO:
UK1- NB Ist: 14,7 Prognose mit FKO:
Prognose ohne FKO:
Gesichtstyp: retrognath
Basal sagittal: distal
Basal vertikal: O1 mand. RIB -22,9

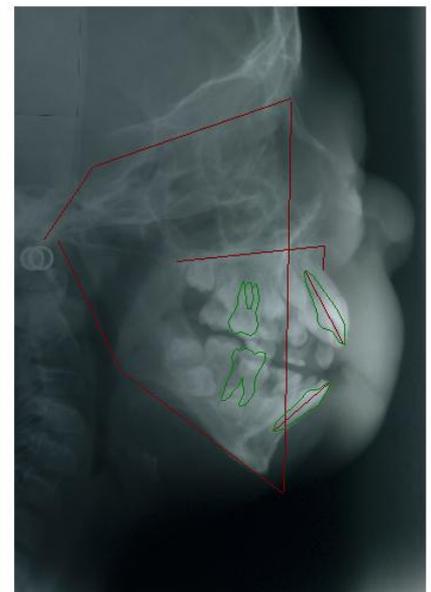


Abbildung 9: Ein exemplarischer Auswertungsbogen, wie er in Dental Vision angezeigt wird.

2.6 Definition der angezeigten Ergebnisse

In der folgenden Tabelle werden die Ergebniswerte für den Befundbogen definiert. Die Abkürzungen in Klammern sind die in Dental Vision verwendeten. Wenn keine Klammern verwendet werden, wird im Programm und auf dem Befundbogen dieselbe Abkürzung verwendet. Die Winkel werden in Grad und die Strecken in Millimetern angegeben.

Tabelle 11: Definitionen der Winkel und Strecken

Name	Abkürzung	Definition
SNA-Winkel	SNA	Winkel zwischen 3 Punkten gemessen: Sella-Punkt, Nasion-Punkt und A-Punkt
SNB-Winkel	SNB	Winkel zwischen Sella-Punkt, Nasion-Punkt und B-Punkt
ANB-Winkel	ANB	Winkel zwischen A-Punkt, Nasion-Punkt und B-Punkt
SNPg-Winkel	SNPg	Winkel zwischen Sella-Punkt, Nasion-Punkt und Pogonion
NSBa Winkel	NSBa	Winkel zwischen Nasion-Punkt, Sella-Punkt und Basion-Punkt
Kieferwinkel (Gonionwinkel)	Gn-tgo-Ar (MecGoAr)	Winkel zwischen Menton-Punkt, unterem Ramustangentenpunkt und Articulare-Punkt
Holdaway-Winkel	H-Winkel (Holdaway)	Winkel zwischen den Strecken Nasion-Punkt zum B-Punkt und Weichteil-Pogonion-Punkt zum Weichteil-Oberlippen-Punkt
Nasolabialwinkel	Nasolabialw. (cosnol)	Winkel zwischen den Punkten Weichteil-Columella-Punkt, Weichteil-Subnasale-Punkt und Weichteil-Oberlippe-Punkt
Interinzisal-Winkel	OK1:UK1 (11asis41iiai)	Winkel zwischen den Zahnachsen 11is-11as und 41ii-41ai

OK1-NA-Winkel	OK1:NA (11asisAN)	Winkel zwischen den Strecken 11is-11as (Zahnachse OK 1) und Nasion-Punkt zum A-Punkt
UK1-NB-Winkel	UK1:NB (41aiiiNB)	Winkel zwischen den Strecken 41ai-41ii (Zahnachse UK 1) und Nasion-Punkt zum B-Punkt
OK1-NA-Strecke	OK1:NA (11NA)	Abstand des 11 (11is) zur Nasion-A-Punkt-Linie
UK1-NB-Strecke	UK1:NB (41NB)	Abstand des 41 (41ii) zur Nasion-B-Punkt-Linie
Pg-NB-Strecke	Pg:NB (PgNB)	Abstand des Pogonions zur Nasion-B-Punkt-Linie
ML-NSL-Winkel	ML-NSL (MecGoSN)	Winkel zwischen den Strecken unterer-Ramustangentenpunkt zum Menton-Punkt und Nasion-Punkt zum Sella-Punkt
NL-NSL-Winkel	NL-NSL (NSPmSpa)	Winkel zwischen den Strecken Spina-nasalis-anterior-Punkt zum Pterygomaxillare-Punkt und Sella-Punkt zum Nasion-Punkt
Interbasiswinkel	ML-NL (MecGoPmSpa)	Winkel zwischen den Strecken unterer-Ramustangentenpunkt zum Menton-Punkt und Spina-nasalis-anterior-Punkt zum Pterygomaxillare-Punkt
N-Sp'-Strecke	N-Sp' (NcSp')	Abstand vom Nasion zum Schnittpunkt (Sp') der Strecken Nasion-Punkt zum Menton-Punkt und Spina-nasalis-anterior-Punkt zum Pterygomaxillare-Punkt
Sp'-Me-Strecke	Sp'-Gn (MecSp')	Abstand vom Menton zum Schnittpunkt (Sp') der Strecken Nasion-Punkt zum Menton-Punkt und Spina-nasalis-anterior-Punkt zum Pterygomaxillare-Punkt
Index	Index (NcSp'cSp'Me)	vordere Gesichtshöhe, Quotient aus den Strecken Nasion-Punkt zum Schnittpunkt (Sp') und Menton-Punkt zum Schnittpunkt (Sp')

Auf dem Befundbogen wird eine Durchzeichnung mit angegeben. Auf ihr kann man gut die errechneten Strecken nachvollziehen.

Eine Bilddurchzeichnung stellt sich wie folgt dar:



Abbildung 10: Exemplarische Bilddurchzeichnung in Dental Vision

2.7 Computerunterstützte Weiterverarbeitung der Daten

Dental Vision gibt nach Auswählen des Befundes die relevanten Daten in ein Formular aus, welches mit Hilfe eines Konverters in Excel automatisch übertragen werden kann. Die Daten stehen somit zur weiteren Verarbeitung in „SPSS“ (Statistical Package for the Social Sciences, IBM Corporation, Route 100 Somers, NY 10589) bereit.

Die verwendete Version von SPSS ist Nummer 16 in deutscher Ausführung.

2.8 Statistische Methoden und verwendete Testverfahren

Arithmetischer Mittelwert

$$\bar{x}_{\text{arithm}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Standardabweichung

$$\sigma_X := \sqrt{E((X - E(X))^2)}$$

t-Test

$$T = \sqrt{n} \frac{\bar{X} - \mu}{S}$$

gepaarter t-Test

$$V = \frac{\bar{D} - \omega_0}{S_D / \sqrt{n}} \sim t_{n-1}$$

Ancova

$$F = \frac{MQS_{\text{zwischen}}}{MQS_{\text{innerhalb}}}$$

2.8.1 Verwendete Testverfahren

Das arithmetische Mittel ist ein rechnerisch ermittelter Durchschnittswert. Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Werte, einer Zufallsvariabel und wird nach der vorangegangenen Formel berechnet. Die Standardabweichung einer Zufallsvariablen X ist mathematisch definiert als die Quadratwurzel einer anderen Streuungsmaßzahl, der Varianz.

Der t-Test ist ein Begriff aus der mathematischen Statistik. Er bezeichnet eine Gruppe Hypothesentests mit t-verteilter Testprüfgröße. Bei dem als allgemein bezeichneten t-Test werden zwei empirische Mittelwerte unabhängiger Stichproben einer oder zweier normalverteilter Grundgesamtheiten mit gleicher Varianz verglichen.

Für den Vergleich zweier paarweise verbundener Stichproben, die beispielsweise aus zwei Messungen an denselben Untersuchungseinheiten gewonnen wurden (Messwiederholung), wird der gepaarte t-Test verwendet. Die Stichproben können auch aus anderen Gründen paarweise abhängig sein, wie in dieser Arbeit z.B. bei Betrachtung des „erkrankten“ Winkels im Vergleich mit dem „gesunden“ Winkel eines NF1-Patienten.

Um beim Vergleich zweier Gruppen für bekannte Störgrößen wie das Alter und das Geschlecht der Patienten zu kontrollieren, wird eine Kovarianzanalyse ("ANCOVA") durchgeführt. Damit wird verhindert, dass signifikant befundene Unterschiede zwischen den Gruppen in Wirklichkeit auf eine unterschiedliche Alters- bzw. Geschlechtsverteilung zurückzuführen sind.

Bei allen Fehleranalysen wird ein Signifikanzniveau von 5% ($p < 0,05$) festgelegt. Ist das Signifikanzniveau kleiner als das vorgegebene Testniveau, wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen.

Folgende Kurzbeschreibungen werden in dieser Arbeit verwendet:

Tabelle 12: Signifikanzbeschreibung

Irrtumswahrscheinlichkeit	Bedeutung	Symbolisierung
$p > 0,05$	nicht signifikant	ns
$p \leq 0,05$	Signifikant	*
$p \leq 0,01$	sehr signifikant	**
$p \leq 0,001$	höchst signifikant	***

2.8.2 Berechnung der Fehleranalyse

Um eine Fehleranalyse durchführen zu können, werden nach 2 Wochen erneut alle Referenzpunkte bei den 201 Fernröntgenseitenaufnahmen (172 NF1-Patienten + 29 gesunde Probanden) unter exakt gleichen Bedingungen gesetzt und ein 2. Befund erstellt. Die Differenz der erneut ermittelten Werte, verglichen mit den Erstbefunden, lässt nun Rückschlüsse auf die Genauigkeit des Messsystems zu.

Die Fehlerberechnung wurde nach Houston durchgeführt. Sie wurde sowohl an den Patienten durchgeführt, als auch zur Überprüfung der Genauigkeit an den Personen der Kontrollgruppe. Houston gibt in seiner Arbeit von 1983 an, dass Werte vom Reliabilitätskoeffizienten über 0,9 eine hohe und genaue Reproduzierbarkeit der verglichenen Messpunkte bedeutet.

Zudem wird noch der Fehler der Standardabweichung der Differenz bei doppelter Messung in derselben Einheit wie der untersuchte Messpunkt angegeben.

Tabelle 13: Messfehlerberechnung nach Houston

Messwert	Fehler der Standardabweichung in Grad/Prozent	Reliabilitätskoeffizient
Kieferwinkel	1,030426692	0,918333014
ML-NSL-Winkel	0,258069758	0,993886335
NL-NSL-Winkel	0,544131571	0,971187349
ML-NL-Winkel	0,904166283	0,923638536
Index	1,118725093	0,962295874
SNA-Winkel	1,452645575	0,93343592

SNB-Winkel	1,222352581	0,920213431
ANB-Winkel	0,409837366	0,945005207

Die Messgenauigkeit ist anhand der errechneten Werte objektiv beurteilbar. Es lässt sich erkennen, dass die Werte unterschiedlich genau reproduziert werden können. Bei der Kontrollgruppe fällt dieses wesentlich leichter und kann genauer reproduziert werden als dies bei den Patienten mit Verformungen des Schädels möglich ist.

2.8.3 Fehleranalyse

Für die Analyse der Fehler muss von zwei möglichen Fehlerquellen ausgegangen werden. Zum Einen, wenn alle gemessenen Werte untereinander gleich, jedoch nicht identisch mit dem wahren Wert sind; man spricht von einem systematischen Fehler. Zum Anderen ist die Tatsache unvermeidlich, dass es zu einer gewissen Streuung der Messwerte kommt, was zu einem so genannten zufälligen Fehler führt.

Ein systematischer Fehler kann durch Justier-, Eich-, Rechen-, Definitions-, Mess- oder Beurteilungsfehler entstehen. Ein Fehler, der im Rahmen dieser Dissertation auftreten könnte, ist durch falsch lokalisierte Referenzpunkte verursacht. Die Vermeidung dieses Fehlers liegt in der Absicht des Untersuchers. Ein weiterer Fehler, der auftreten könnte, ist die Vergrößerung, die bei jeder Röntgenaufnahme entsteht. Alle Strecken werden um den gleichen Faktor zu groß gemessen. Bei der Betrachtung und Vermessung der Bilder ist dieser Fehler jedoch zu vernachlässigen, da er bei allen Bildern zu beobachten ist.

Der zufällige Fehler lässt sich im Gegensatz zu dem systematischen Fehler nicht eliminieren, sondern nur verringern. Er entsteht durch ungenau arbeitende Messinstrumente, durch ungenaues Ablesen oder Handhabungsfehler. Der zufällige Fehler kann auch durch starke Variation der subjektiven Beobachtungsgabe bei der Bestimmung von Referenzpunkten entstehen.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse für den Kieferwinkel

Im ersten Abschnitt der Ergebnisse werden die t-Tests, die den Kieferwinkel untersuchen, ausgewertet. Der Kieferwinkel wird zwischen der Mandibulalinie, die sich zwischen den Punkten Menton (Me) und dem unteren Ramustangentenpunkt (RtgU) befindet, und dem aufsteigenden Ast der Mandibula, der von den Punkten hinterer Ramustangentenpunkt (RtgH) und Articulare-Punkt (Ar) gebildet wird, gemessen. Der Kieferwinkel beschreibt die Relation des Ramus zum Corpus mandibulae und ermöglicht damit Angaben über die Form des Unterkiefers. Da der Kieferwinkel bei vielen NF1-Patienten eine deutliche Doppelkontur im seitlichen Fernröntgenbild zeigt, wurden diese doppelt in Dental Vision[®] ausgewertet. Der vergrößerte Winkel wird als die betroffene Seite definiert, und diese wird dann gegen die Werte der Kontrollgruppe getestet, aber auch die nicht betroffene Seite wird gegen die Kontrollgruppe getestet. Zudem wird intraindividuell der betroffene und der nicht betroffene Kieferwinkel der NF1-Patienten gegeneinander im gepaarten t-Test untersucht. Diese Unterteilung soll untersuchen, ob nur die von einem Tumor betroffene Seite markante Abweichungen zu einer Vergleichsgruppe zeigt. Zudem werden die Tests nach den Ästen des Nervus trigeminus unterschieden. Aus Voruntersuchungen ist bekannt, dass im Ausbreitungsgebiet fazialer plexiformer Neurofibrome der Kieferwinkel verformt sein kann (Friedrich et al 2003; Untersuchung an Panorama-Schicht-Aufnahmen).

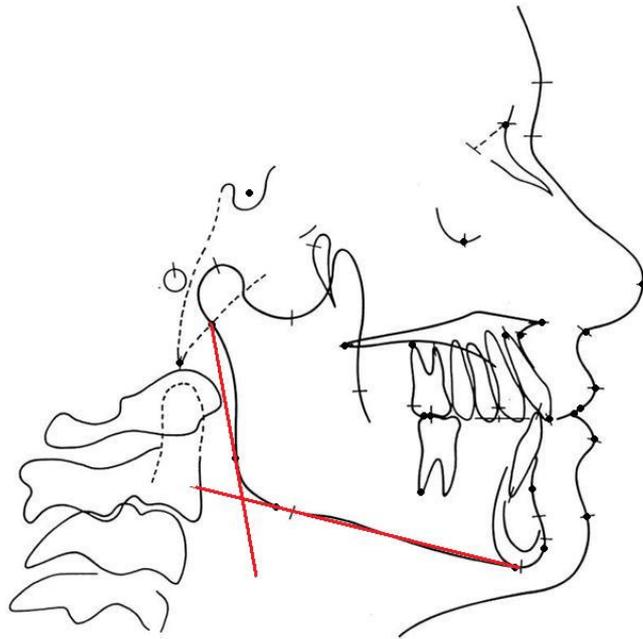


Abbildung 11: graphische Darstellung zum Kieferwinkel

3.1.1 t-Test: Vergleich zwischen allen NF1-Patienten mit der Tumorbetroffenen Seite und der Kontrollgruppe

Im ersten Test, der durchgeführt wurde, wurden alle Patienten mit fazialen plexiformen Neurofibromen (fpNF) und die Patienten mit disseminierten Neurofibromen (dNF) zusammengefasst und mit den Werten der Kontrollgruppe verglichen. Für den Test werden alle Winkel der betroffenen Seite der fpNF-Patienten genommen und die Winkel der dNF-Patienten in den Test einbezogen. Der Test, welcher alle NF1-Patienten beinhaltet, umfasst eine Gruppe von 172 Personen. Die Kontrollgruppe, zu der der Kieferwinkel verglichen wird, besteht aus 29 Probanden. Es soll überprüft werden, ob die Diagnose NF1 eine skelettale Veränderung des Kieferwinkels nach sich zieht, ohne Berücksichtigung der Ausprägungsform.

Tabelle 14: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel	NF1	172	126,4917	10,34372
	Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 15: Testergebnisse (NF1/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,006	5,41226	1,96718	1,53308	9,29145

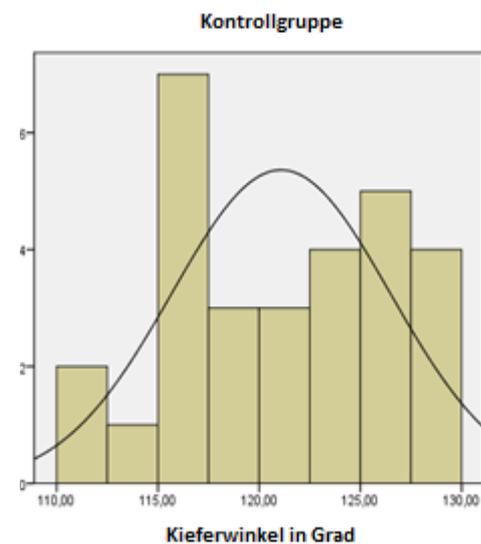
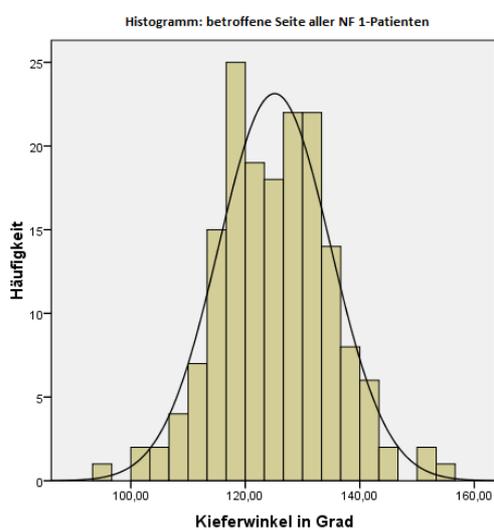


Abbildung 12: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der betroffenen Seite bei NF1 und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen signifikanten Unterschied mit einem p-Wert von $p = 0,006$ für die Werte der NF1-Patienten gegenüber den Werten der Kontrollgruppe.

Der Mittelwert für den Kieferwinkel aller NF1-Patienten ist mit 126,5 Grad angegeben und der Mittelwert der Kontrollgruppe mit 121,1 Grad, was zu einer mittleren Differenz von 5,4 Grad führt.

Das Histogramm für die NF1-Patienten zeigt einen sehr breiten Verteilungsbereich der Werte von 93 Grad bis 155 Grad an. Das Histogramm für die Kontrollgruppe zeigt eine Streuung der Werte von 110 Grad bis 130 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 16 Ancova für alle NF1 betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,003
Geschlecht (PSex)	0,259
Alter (DpatAge)	0,154

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,003$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,259$ bzw. $p=0,154$).

Die Tests zeigen, dass der Kieferwinkel bei der Diagnose NF1 im Vergleich zu einer Kontrollgruppe verändert ist.

3.1.2 t-Test: Vergleich zwischen allen NF1-Patienten mit der nicht-Tumor-betroffenen Seite und der Kontrollgruppe

Der nächste Test vergleicht die nicht betroffenen Seiten der NF1-Patienten mit fazialen plexiformen Neurofibromen (fpNF) und die der NF1-Patienten mit disseminierten Neurofibromen (dNF) zusammen mit den Werten der Kontrollgruppe. Im Test wurden die Patienten mit fpNF mit der vermeintlich gesunden Seite in den Test einbezogen. Zudem wurden die Werte des Kieferwinkels der Patienten vom disseminierten Typ berücksichtigt. Dies führt dazu, dass, wie im vorangegangenen Test, die Gruppen dieselbe Größe aufweisen. Alle NF1-Patienten zusammen sind 172, und die Kontrollgruppe besteht aus 29 Probanden.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen und Histogrammen dargestellt:

Tabelle 17: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung
nicht betroffener Kieferwinkel			
NF1	172	120,9954	9,89150
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 18: Testergebnisse (NF1/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
						95% Konfidenzintervall der Differenz
		Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
nicht betroffener Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,964	-0,08408	1,88492	-3,80105	3,63290

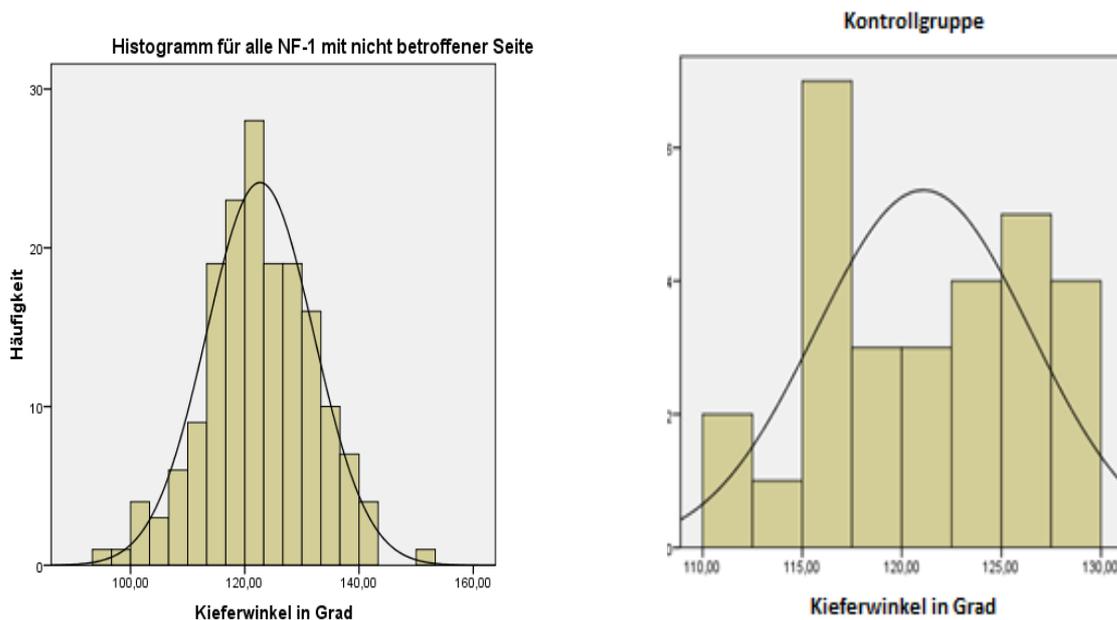


Abbildung 13: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der nicht betroffenen Seite bei NF1 und der Kontrollgruppe

Für den Test ergibt sich eine Signifikanz von $p = 0,964$, was keinen signifikanten Unterschied für den Kieferwinkel der nicht betroffenen Seite im Vergleich zur Kontrollgruppe darstellt.

Die Mittelwerte von 121 Grad für die NF1-Patienten und 121,1 Grad für die Kontrollgruppe ergeben eine mittlere Differenz von 0,1 Grad

Das Histogramm für die nicht betroffene Seite der Patienten zeigt einen Bereich von 93 Grad bis 155 Grad. Das der Kontrollgruppe zeigt eine Verteilung von 110 Grad bis 130 Grad.

Im nachfolgenden wird eine Ancova durchgeführt in der eine Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht untersucht werden soll.

Tabelle 19 Ancova für NF1 nicht betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,705
Geschlecht (PSEX)	0,145
Alter (DpatAge)	0,033

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht bestehen bleibt ($p=0,705$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,145$), dass Alter aber hat signifikanten Einfluss ($p=0,033$).

Somit ist aus den vorangegangenen Tests festzustellen, dass es im Vergleich mit der Kontrollgruppe zu einem Unterschied im Kieferwinkel kommt, wenn eine Erkrankung mit NF1 vorliegt. Bei der nicht betroffenen Seite kann das Alter für eine signifikante Veränderung führen. In den nachfolgenden Tests soll nun versucht werden, eine weitere Differenzierung vorzunehmen. Für diese Veränderungen gibt es verschiedene Möglichkeiten der Ursachen. So werden in der Literatur Punkte wie die Schwerkraft, die auf mehr Masse wirkt, lokale Wachstumsfaktoren, die der Tumor abgibt und somit für Knochenwachstum sorgt, oder auch eine Involution der Muskulatur diskutiert.

3.1.3 t-Test: Vergleich zwischen dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Zunächst werden die Werte für den Kieferwinkel der Patienten vom disseminierten Erkrankungstyp gegen die Werte der Kontrollgruppe getestet. Da die dNF-Patienten keine oder nur sehr geringe Doppelkonturen zeigen, wird keine Doppelauswertung vorgenommen. Da keine Seitendifferenzen nachgewiesen wurden, können die Kieferwinkel für die dNF-Patienten zusammengefasst werden. Für die Gruppe der NF1-Patienten vom disseminierten Erkrankungstyp wurden 96 Patienten untersucht. Die Kontrollgruppe besteht aus 29 Probanden.

In den folgenden Tabellen und Histogrammen sind die Testergebnisse aufgeführt:

Tabelle 20: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel	dNF	96	120,3830	10,17811
	Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 21: Testergebnisse (dNF/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,725	-0,69646	1,97227	-4,60045	3,20753

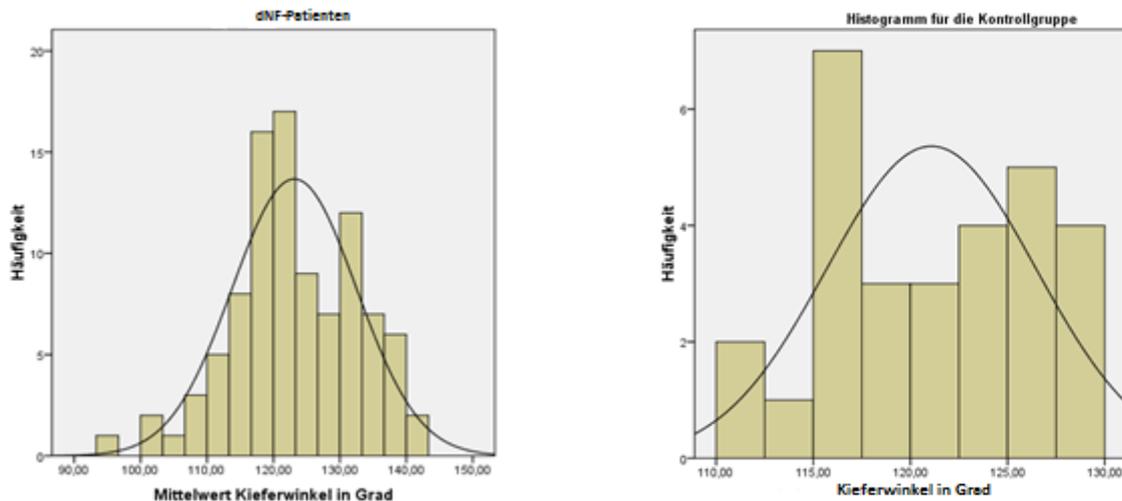


Abbildung 14: Histogramme der Kieferwinkelwerte der dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten vom disseminierten Typ und der Kontrollgruppe. Der p-Wert für den Test lautet $p=0,725$.

Der Mittelwert des Kieferwinkels bei den NF1-Patienten ist mit 120,4 Grad im Vergleich zu 121,1 Grad der Kontrollgruppe leicht erhöht, was zu einer mittleren Abweichung von 0,7 Grad führt.

Das Histogramm für die dNF-Patienten zeigt einen Bereich von 92 Grad bis 142 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe einen Bereich von 110 Grad bis 130 Grad.

Da es zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen der Kontrollgruppe und den disseminierten NF1-Patienten kommt, kann bei der disseminierten Form der Neurofibromatose keine Veränderung im Kieferwinkel nachgewiesen werden.

Nach dem Test wird nun eine Ancova zur Adjustierung von Alter und Geschlecht durchgeführt.

Tabelle 22 Ancova für dNF Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,656
Geschlecht (PSex)	0,192
Alter (DpatAge)	0,035

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht bestehen bleibt ($p=0,656$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten

Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,192$), dass Alter aber hat signifikanten Einfluss ($p=0,035$).

3.1.4 t-Test: Vergleich zwischen allen fpNF-Patienten mit der Tumorbetroffenen Seite und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht den Kieferwinkel der Seite der Patienten, die den Nervus trigeminus einer Seite mit einem fpNF betroffen haben, mit der Kontrollgruppe. Welcher Ast betroffen ist, wird zunächst nicht weiter differenziert, und alle zusammen werden als Patienten mit einem fazialen plexiformen Neurofibrom (fpNF) bezeichnet. Die Anzahl der Patienten mit fpNF beläuft sich in diesem Test auf 73, und diese werden gegen 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Für den Test ergaben sich folgende Werte:

Tabelle 23: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel fpNF	73	127,3184	9,50959
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 24: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,001	6,23887	1,87874	2,51150	9,96624

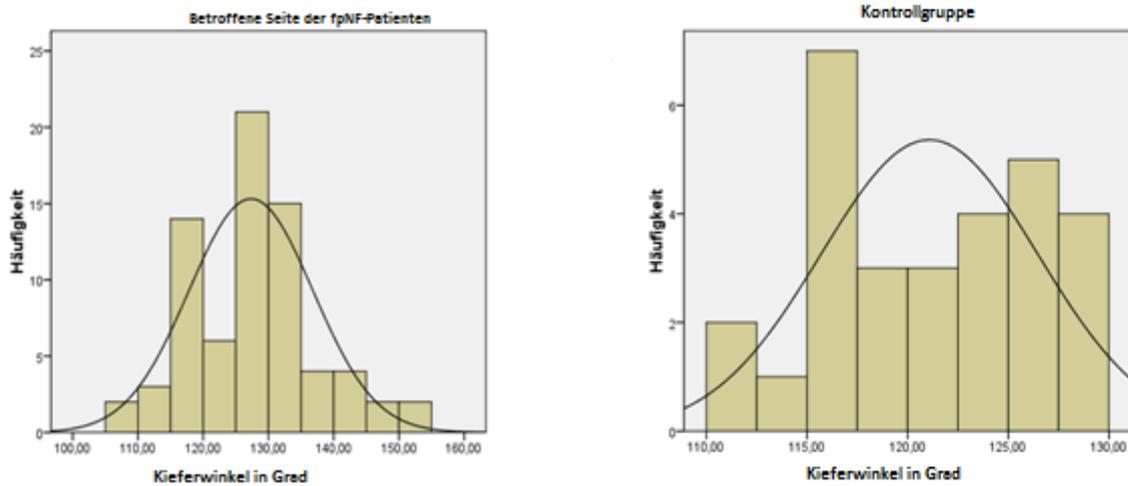


Abbildung 15: Histogramme für den Kieferwinkel der betroffenen Seite bei fpNF und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen höchst signifikanten Unterschied mit einem p-Wert von $p = 0,001$ für den Kieferwinkel auf der betroffenen Seite gegenüber dem Mittelwert der Kontrollgruppe.

Der Mittelwert für die betroffene Seite der NF1-Patienten ist 127,3 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe ist 121,1 Grad. Dies führt zu einer mittleren Differenz von 6,2 Grad.

Das Histogramm für die Patienten mit facialem Neurofibrom vom plexiformen Typ zeigt einen sehr breiten Verteilungsbereich von 105 Grad bis 155 Grad an. Das Histogramm für die Kontrollgruppe zeigt eine Streuung der Werte von 110 Grad bis 130 Grad.

Anschließend wird eine Ancova durchgeführt deren Ergebnisse nachfolgend aufgeführt sind.

Tabelle 25 Ancova für alle fpNF betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,001
Geschlecht (PSEX)	0,851
Alter (DpatAge)	0,385

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p = 0,001$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p = 0,385$ bzw. $p = 0,851$).

Die Tests zeigen, dass es zu höchst signifikanten Unterschieden im betroffenen Kieferwinkel kommt. Das bedeutet eine strukturelle Veränderung des Kieferwinkels auf der Seite des plexiformen Neurofibroms.

3.1.5 t-Test: Vergleich zwischen allen fpNF-Patienten mit der nicht-Tumor-betroffenen Seite und der Kontrollgruppe

Nun soll getestet werden, ob es auch auf der nicht betroffenen Seite des Unterkiefers zu Veränderungen kommt, wenn ein plexiformes Neurofibrom im Nervus trigeminus der kontralateralen Seite vorliegt. Die Testgruppen sind mit 73 Patienten mit plexiformen Tumor und 29 Probanden der Kontrollgruppe identisch zum vorangegangenen Test.

Der Test ergab die nun folgenden Ergebnisse:

Tabelle 26: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel fpNF	73	121,5842	9,37356
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 27: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

	t-Test für die Mittelwertgleichheit				
	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Kieferwinkel Varianzen sind gleich	0,786	0,50476	1,85487	-3,17525	4,18478

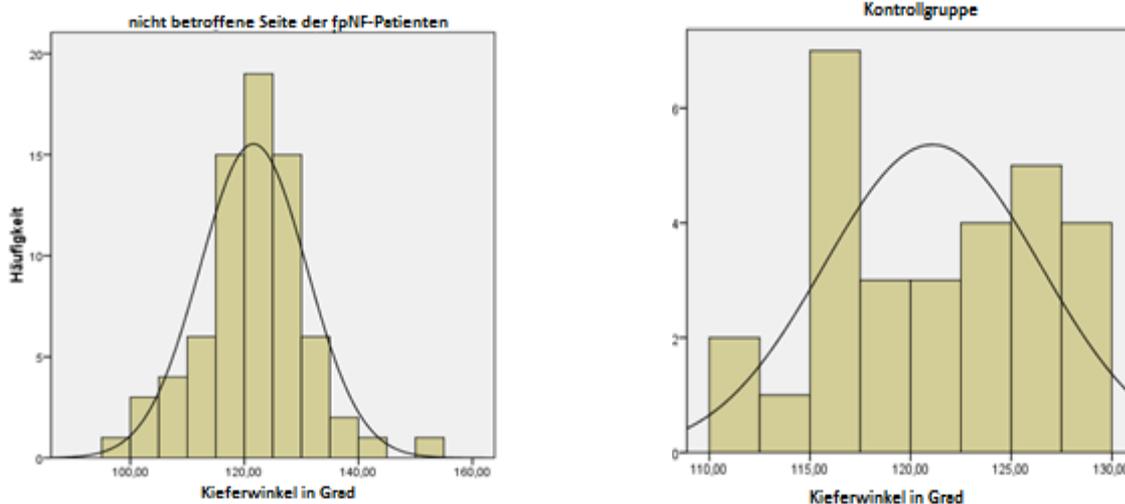


Abbildung 16: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der nicht betroffenen Seite bei fpNF und der Kontrollgruppe

Der t-Test ergibt einen p-Wert von $p = 0,786$, so dass kein signifikanter Unterschied im Kieferwinkel zwischen der Seite, die nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist, und der Kontrollgruppe besteht.

Der Mittelwert für den Kieferwinkel der nicht betroffenen Seite liegt bei 121,6 Grad und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 121,1 Grad, was zu einer mittleren Differenz von lediglich 0,5 Grad führt.

Das Histogramm für die Patienten mit fpNF zeigt einen Bereich von 95 Grad bis zu 155 Grad. Das der Kontrollgruppe beschränkt sich auf einen Bereich von 110 Grad bis 130 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 28 Ancova für fpNF nicht betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,787
Geschlecht (PSEX)	0,929
Alter (DpatAge)	0,866

Die Ancova zeigt, dass kein signifikanter Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,787$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,929$ bzw. $p=0,929$).

Somit zeigt der Test, dass es zu keiner Abweichung im Kieferwinkel auf der nicht betroffenen Seite kommt. Aus den vorangegangenen Tests ist eine Veränderung des Kieferwinkels nur auf der Seite des plexiformen Neurofibroms festzustellen.

3.1.6 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste betroffen sind, und der Kontrollgruppe

In diesem Test werden die Ergebnisse im Kieferwinkel der betroffenen Seite von Patienten untersucht, bei denen alle drei Äste des Nervus trigeminus zugleich betroffen sind. Ihre Ergebnisse sollen mit denen der Kontrollgruppe verglichen werden. Die Anzahl der zu dieser Auswertung bereit stehenden Patienten beläuft sich auf 18. Diese werden gegen 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Dies ergab die nachstehenden Ergebnisse:

Tabelle 29: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel der betroffenen Seite	1. und 2. und 3. Ast	18	126,2772	9,97578
	Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 30: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,025	5,19774	2,23942	0,68731	9,70817

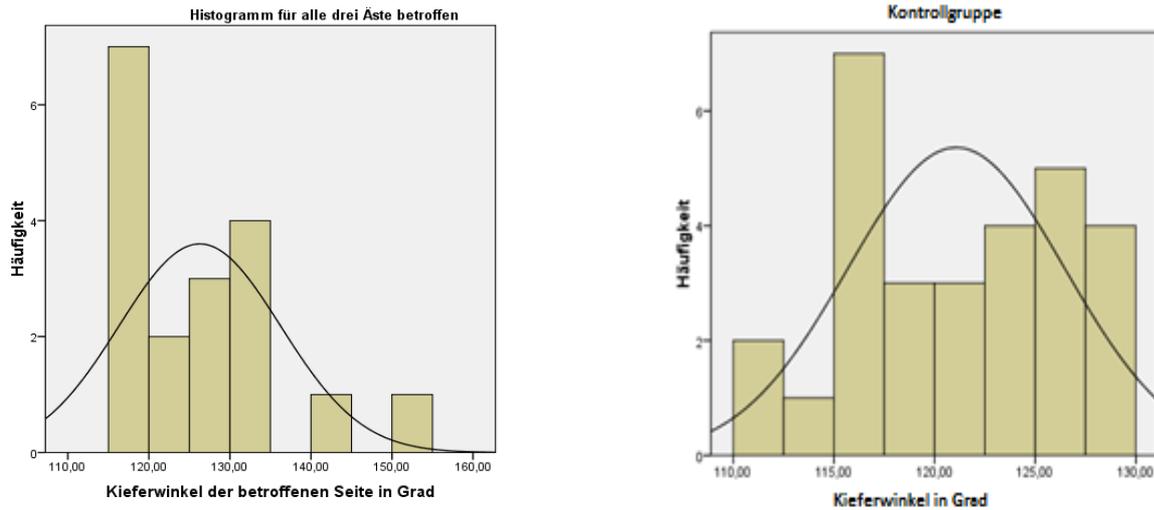


Abbildung 17: Histogramme für die betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF aller drei Äste und der Kontrollgruppe

Das Ergebnis des Tests zeigt mit einem p-Wert von $p= 0,025$ einen signifikanten Unterschied im Kieferwinkel.

Der Mittelwert des Kieferwinkels der betroffenen Seite liegt bei 126,3 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 121,1 Grad, was eine mittlere Differenz von 5,2 Grad zur Folge hat.

Das Histogramm für die Seite der Patienten, bei denen alle drei Äste zugleich betroffen sind, zeigt einen Bereich von 115 Grad bis 155 Grad, und das der Kontrollgruppe einen Bereich von 110 Grad bis 130 Grad.

Nach dem T-test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 31 Ancova für alle 3 Äste betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,027
Geschlecht (PSEX)	0,759
Alter (DpatAge)	0,816

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,027$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,816$ bzw. $p=0,759$).

Der Test zeigt, dass die von einem plexiformen Neurofibrom betroffene Seite im Kieferwinkel eine Vergrößerung gegenüber der Kontrollgruppe zeigt und diese Veränderung signifikant ist. Der Kieferwinkel bei den Patienten mit dieser Krankheitserscheinung ist vergrößert.

3.1.7 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Nachdem die betroffene Seite Abweichungen zeigt, soll nun die nicht betroffene Seite überprüft werden. Hierfür werden die Ergebnisse der nicht betroffenen Seite gegen die Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl ist weiterhin 18 für die NF1-Patienten, bei denen alle drei Äste zugleich betroffen sind, und 29 für die Kontrollgruppe.

Die Testergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 32: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel 1. und 2. und 3. Ast	18	124,1200	9,97180
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 33: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

	t-Test für die Mittelwertgleichheit				
	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Kieferwinkel nicht betroffene Seite Varianzen sind gleich	0,181	3,04052	2,23882	-1,46870	7,54973

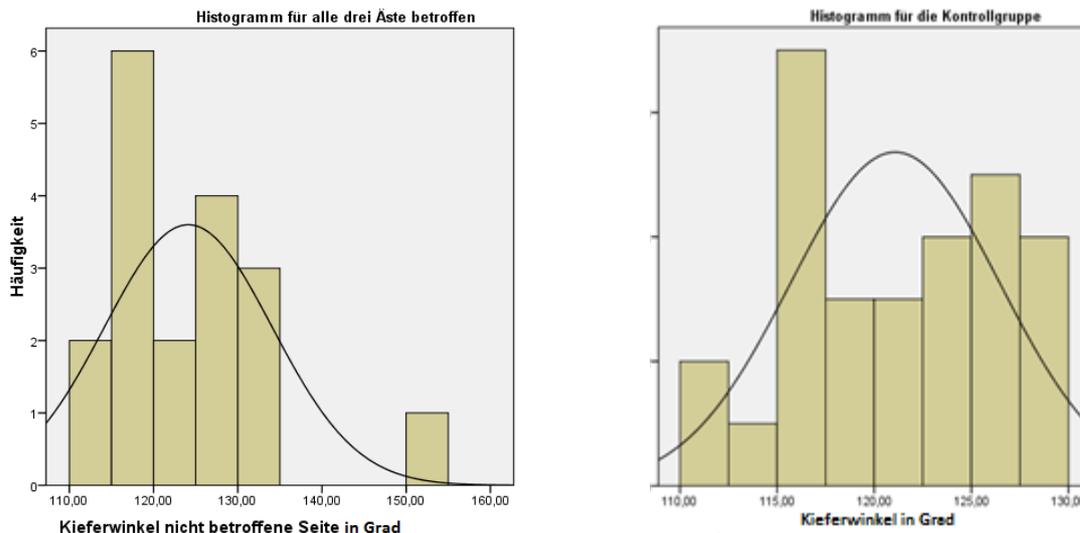


Abbildung 18: Histogramme für die nicht betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF aller drei Äste und der Kontrollgruppe

Für den Test ergibt sich eine Signifikanz von $p = 0,181$, was somit keinen signifikanten Unterschied für den Kieferwinkel der nicht betroffenen Seite gegenüber der Kontrollgruppe darstellt.

Die Mittelwerte von 124,1 Grad für die Patienten, bei denen alle drei Äste betroffen sind, und 121,1 Grad für die Kontrollgruppe ergeben eine mittlere Differenz von 3 Grad.

Das Histogramm für die nicht betroffene Seite der Patienten zeigt einen Bereich von 110 Grad bis 155 Grad. Das der Kontrollgruppe zeigt eine Verteilung von 110 Grad bis 130 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 34 Ancova für alle 3 Äste nicht betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,119
Geschlecht (PSex)	0,589
Alter (DpatAge)	0,313

Die Ancova zeigt, dass kein signifikanter Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,119$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,313$ bzw. $p=0,589$).

Somit ist aus den vorangegangenen Tests festzustellen, dass es im Vergleich mit der Kontrollgruppe auf der Seite der Tumoren zu signifikanten Abweichungen im Kieferwinkel kommt. Auf der nicht betroffenen Seite ist hingegen kein signifikanter Unterschied feststellbar.

3.1.8 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn ein fpNF im 1. und/oder 2. Ast vorliegt, und der Kontrollgruppe

In dem folgenden Test soll der Kieferwinkel der von einem fpNF betroffenen Seite mit der Kontrollgruppe verglichen werden. Die Patienten weisen einen Tumor im 1. oder im 2. Ast des Nervus trigeminus einer Seite auf oder in beiden Ästen zugleich. Für die getesteten Gruppen ergeben sich Größen von 37 für Patienten mit Tumor und 29 für die Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst:

Tabelle 35: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel 1. und/oder 2. Ast	37	126,7303	7,93232
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 36: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,002	5,65079	1,72047	2,21376	9,08782

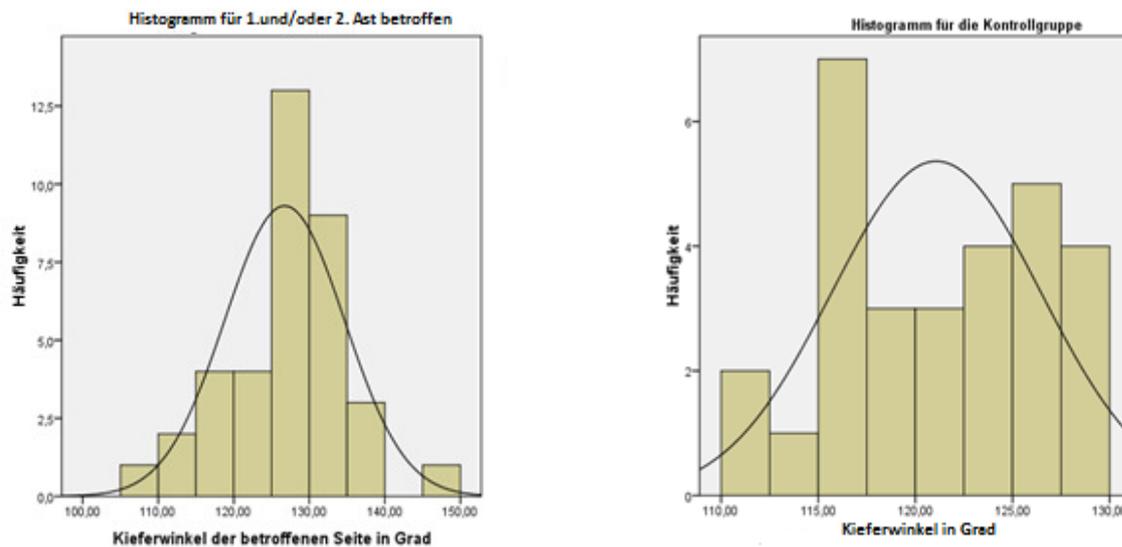


Abbildung 19: Histogramme für die betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zwischen der betroffenen Seite und der Kontrollgruppe ergibt einen p-Wert von $p = 0,002$.

Der Mittelwert für Patienten, die ein fpNF im 1. und/oder 2. Trigeminusast aufweisen, ist auf der betroffenen Seite 126,7 Grad groß. Die Kontrollgruppe weist einen um 5,6 Grad geringeren Wert auf (121,1 Grad).

Das Histogramm für den betroffenen Kieferwinkel zeigt einen Bereich von 105 Grad bis 150 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 110 Grad bis 130 Grad.

Im nachfolgenden wird eine Ancova durchgeführt in der eine Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht untersucht werden soll.

Tabelle 37 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,001
Geschlecht (PSEX)	0,609
Alter (DpatAge)	0,198

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p = 0,001$). Das Geschlecht hat keinen

signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,609$), dass Alter hat ebenfalls keinen Einfluss ($p=0,198$).

Aus den Tests geht hervor, dass es zu hoch signifikanten Unterschieden im Kieferwinkel der von einem Tumor betroffenen Seite und der Kontrollgruppe kommt.

3.1.9 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn ein fpNF im 1. und/oder 2. Ast vorliegt, und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test soll die nicht betroffene Seite von Patienten, die im 1. und/oder 2. Ast ein plexiformes Neurofibrom aufweisen, gegen die Kontrollgruppe untersucht werden. Für den Test gibt es Werte für 37 Patienten und für 29 Personen einer Kontrollgruppe.

Die nachfolgenden Tabellen und Histogramme zeigen die Ergebnisse:

Tabelle 38: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel 1. und/oder 2. Ast	37	120,4992	8,60891
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 39: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,752	-0,58029	1,82954	-4,23523	3,07464

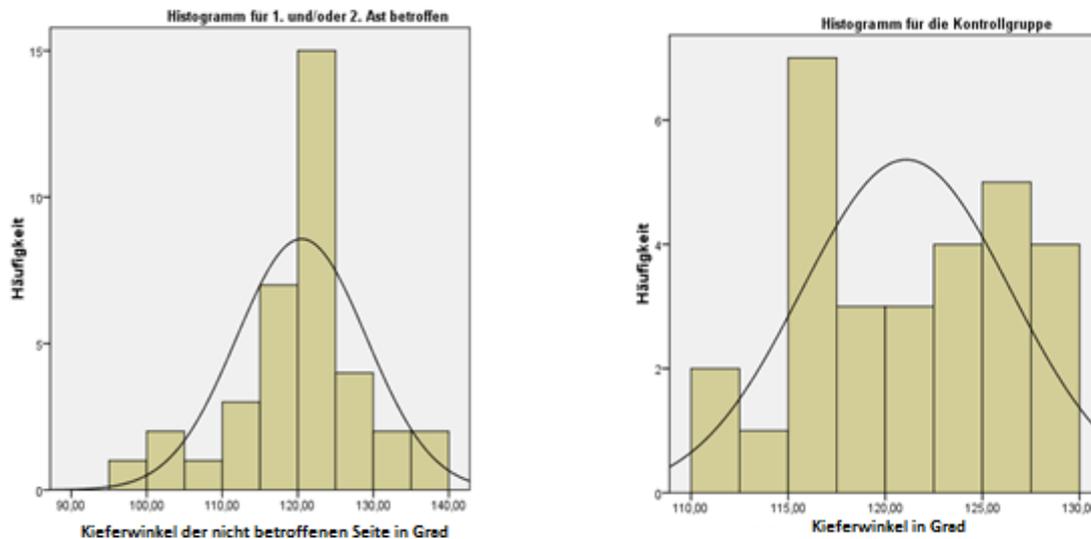


Abbildung 20: Histogramme für die nicht betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der p-Wert ergibt in diesem Test einen Wert von $p=0,752$ und ist somit nicht signifikant.

Der Mittelwert für die nicht betroffene Seite von Patienten liegt bei 120,5 Grad, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe liegt bei 121,1 Grad. Die mittlere Differenz liegt somit bei -0,6 Grad.

Die Histogramme zeigen einen Bereich von 95 Grad bis 140 Grad bei den Patienten und von 110 Grad bis 130 Grad bei der Kontrollgruppe.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 40 Ancova für 1. und/oder 2. Ast nicht betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,939
Geschlecht (PSex)	0,323
Alter (DpatAge)	0,777

Die Ancova zeigt, dass kein signifikanter Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,939$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,777$ bzw. $p=0,323$).

Abschließend kann festgestellt werden, dass es zu keiner Veränderung im Kieferwinkel der nicht betroffenen Seite kommt, wenn ein plexiformes Neurofibrom im 1. und/oder 2. Ast diagnostiziert ist.

3.1.10 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn nur im 3. Ast ein fpNF vorliegt, und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht den betroffenen Kieferwinkel von Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus ein plexiformes Neurofibrom aufweisen, mit den Werten der Kontrollgruppe. Der Test wird mit den Werten von 9 Patienten gegen die Werte von 29 Probanden der Kontrollgruppe durchgeführt.

Der Test ergab die nun folgenden Ergebnisse:

Tabelle 41: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel nur 3. Ast	9	125,4633	9,84820
Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 42: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)

	t-Test für die Mittelwertgleichheit				
	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
Kieferwinkel der betroffenen Seite Varianzen sind gleich	0,092	4,38385	2,53627	-0,75995	9,52765

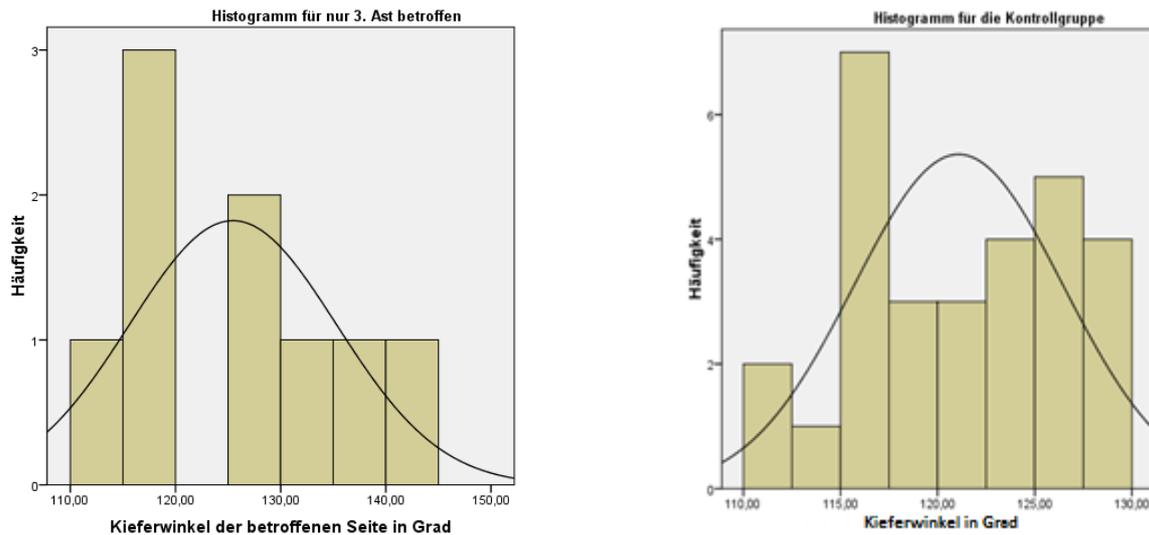


Abbildung 21: Histogramme für die Kieferwinkelwerte mit fpNF nur im 3. Ast betroffen und der Kontrollgruppe

Der Test ergibt einen p-Wert von $p= 0,092$ bei den untersuchten Werten der Kontrollgruppe und der von einem plexiformen Neurofibrom betroffenen Seite.

Die Mittelwerte belaufen sich auf 125,5 Grad für den betroffenen Kieferwinkel und 121,1 Grad für die Kontrollgruppe. Diese Werte führen zu einer mittleren Differenz von 4,4 Grad.

Das Histogramm zeigt für die Patienten, die im 3. Ast betroffen sind, eine Streuung von 110 Grad bis zu 145 Grad. Für die Kontrollgruppe ist der Bereich von 110 Grad bis 130 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 43 Ancova für nur 3. Ast betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,128
Geschlecht (PSex)	0,280
Alter (DpatAge)	0,694

Die Ancova zeigt, dass kein signifikanter Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,128$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,694$ bzw. $p=0,280$).

Abschließend lässt sich festhalten, dass es zu keiner signifikanten Veränderung im Kieferwinkel kommt, wenn nur der 3. Ast auf der betroffenen Seite ein fpNF aufweist.

3.1.11 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn nur im 3. Ast ein fpNF vorliegt, und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test soll überprüft werden, ob die nicht betroffene Seite gegenüber der Kontrollgruppe signifikante Unterschiede aufweist. Es werden die Ergebnisse für den Kieferwinkel der nicht betroffenen Seite untersucht, wenn nur der 3. Ast von einem fpNF betroffenen ist. Was wie im Test zuvor 9 Patienten einschließt. Die Kontrollgruppe besteht aus 29 Probanden.

Der Test ergab die sich in tabellarischer Form anschließenden Ergebnisse:

Tabelle 44: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Kieferwinkel	nur 3. Ast	9	117,6378	9,37548
	Kontrollgruppe	29	121,0795	5,39400

Tabelle 45: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Kieferwinkel	Varianzen sind gleich	0,173	-3,44170	2,47763	-8,46657	1,58316

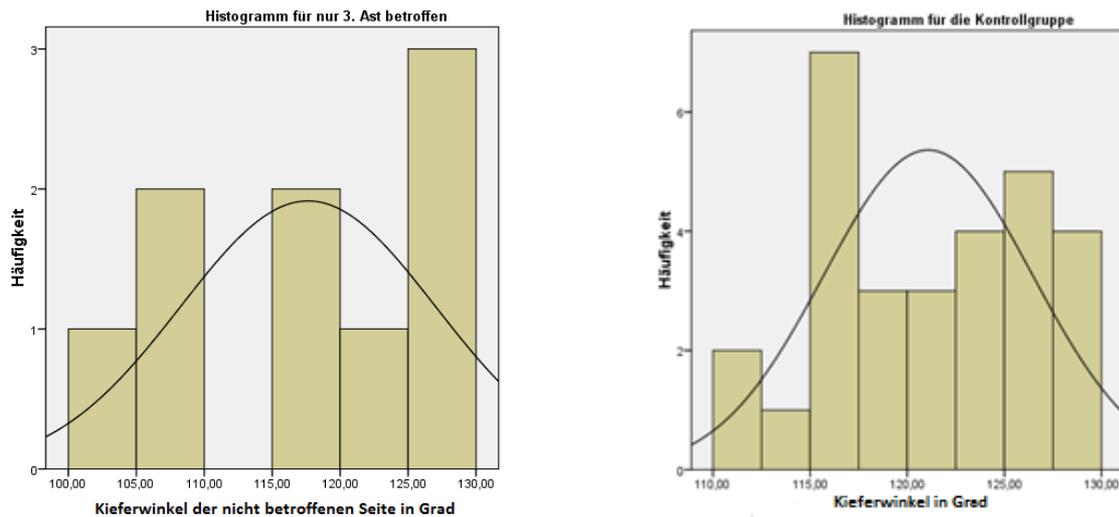


Abbildung 22: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF nur im 3. Ast der und der Kontrollgruppe

Der Test ergibt einen p-Wert von $p=0,173$ für die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe.

Die Mittelwerte sind mit 117,6 Grad für die Patienten, die auf der kontralateralen Seite im 3. Ast einen Tumor aufweisen, und 121,1 Grad für die Kontrollgruppe angegeben. Diese Mittelwerte führen zu einer mittleren Differenz von -3,5 Grad.

Das Histogramm für die NF1-Patienten zeigt einen Bereich von 100 Grad bis 130 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe einen Bereich von 110 Grad 130 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 46 Ancova für alle NF1 betroffener Kieferwinkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,149
Geschlecht (PSEX)	0,968
Alter (DpatAge)	0,417

Die Ancova zeigt, dass kein signifikanter Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,149$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,417$ bzw. $p=0,968$).

Es ist im Kieferwinkel der nicht betroffenen Seite kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe festzustellen. Jedoch ist der nicht betroffene Kieferwinkel kleiner im Mittelwert als der Kieferwinkel der Kontrollgruppe, was auch zu einer negativen Differenz führt. Aus den beiden vorangegangenen Tests ergibt sich kein Zusammenhang zwischen einem plexiformen Neurofibrom im 3. Ast des Nervus trigeminus und einer Veränderung im Kieferwinkel.

3.1.12 Ergebnisse des Vergleichs der Kieferwinkel im gepaarten t-Test

Der nächste Teil der Auswertungen zum Kieferwinkel soll die mit einem fpNF betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite der NF1-Patienten vergleichen. Nachdem schon die Unterschiede zur Kontrollgruppe getestet wurden, sollen nun auch die Ergebnisse der Kieferwinkel gegeneinander getestet werden. Dies soll verdeutlichen, dass es zu Veränderungen auf der Tumorseite kommt.

3.1.13 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite von allen fpNF-Patienten

Zunächst werden alle NF1-Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom getestet, ob generell von einem Unterschied im Kieferwinkel ausgegangen werden kann. Hierbei wird noch keine weitere Unterteilung vorgenommen, wo der Tumor lokalisiert ist. Die Fragestellung für diesen Test ist, ob es nur auf einer Seite zur Veränderung kommt, oder ob die nicht betroffene Seite ebenfalls verändert im Wert vorliegt. Für den Test werden die Daten von 73 NF1-Patienten verglichen.

Der durchgeführte Test ergab die nachstehenden Ergebnisse:

Tabelle 47: Grundwerte der Gruppen (alle fpNF-Patienten betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

	Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar Kieferwinkel nicht betroffene Seite	121,5842	73	9,37356
Kieferwinkel der betroffenen Seite	127,3184	73	9,50959

Tabelle 48: Korrelationsergebnisse für alle fpNF-Patienten (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel der betroffenen Seite	73	0,678	0,000

Tabelle 49: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle fpNF betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	nicht betroffene Seite und betroffene Seite	-5,73411	7,58076	0,88726	-7,50283	-3,96539	0,000

Der Test ergibt einen p-Wert von $p = 0,000$. Die Mittelwerte liegen bei 121,6 Grad für die nicht betroffene Seite und bei 127,3 Grad für die betroffene Seite. Die Kieferwinkelwerte haben somit eine mittlere Differenz von 5,7 Grad.

Abschließend lässt sich sagen, dass es zu höchst signifikanten Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Kieferwinkel kommt, wenn ein faziales plexiformes Neurofibrom vorliegt. Nun muss durch weitere Tests überprüft werden, ob eine generelle Unterscheidung in eine betroffene und eine nicht betroffene Seite gemacht werden kann, oder ob es nur bei bestimmten Tumorlokalisationen zu Unterschieden kommt.

3.1.14 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind

Der nächste gepaarte t-Test soll zeigen, ob es zu Unterschieden kommt, wenn alle drei Äste des Nervus trigeminus zugleich betroffen sind. Hierfür stehen die Daten von 18 Patienten zur Verfügung.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen aufgeführt:

Tabelle 50: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite	124,1200	18	9,97180
	Kieferwinkel der betroffenen Seite	126,2772	18	9,97578

Tabelle 51: Korrelationsergebnisse für alle 3 Äste (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel der betroffenen Seite	18	0,917	0,000

Tabelle 52: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel der betroffenen Seite	-2,15722	4,07119	0,95959	-4,18178	-0,13267	0,038

Der Test zeigt einen p-Wert von $p = 0,000$ an. Die Mittelwerte lauten 124,1 Grad für die nicht betroffene Seite und 126,3 Grad für die betroffene Seite. Daraus ergibt sich eine mittlere Differenz von 2,2 Grad.

Das Ergebnis zeigt einen höchst signifikanten Unterschied zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Kieferwinkel, wenn alle drei Äste des Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen sind.

3.1.15 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen sind

Bei diesem gepaarten t-Test wird das Untersuchungskollektiv eingeschränkt, damit nur die betroffene Seite und die nicht betroffene Seite von den Patienten verglichen werden, die im 1. und/oder 2. Ast betroffen sind. Dieser Test soll prüfen, ob eine Lokalisation des Tumors möglichst veränderungsnahe oder nicht im direkten Zusammenhang stehen muss. Die Anzahl der Patienten, deren Kieferwinkel verglichen werden, beläuft sich auf 37.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 53: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite	120,4992	37	8,60891
	Kieferwinkel betroffene Seite	126,7303	37	7,93232

Tabelle 54: Korrelationsergebnisse für 1. und/oder 2. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel betroffene Seite	37	0,634	0,000

Tabelle 55: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel betroffene Seite	-6,23108	7,09984	1,16721	-8,59829	-3,86387	0,000

Der Test ergibt einen p-Wert von $p=0,000$. Die Mittelwerte liegen bei 120,5 Grad für die nicht betroffene Seite und bei 126,7 Grad für die betroffene Seite. Die Werte für den Kieferwinkel haben somit eine mittlere Differenz von 6,2 Grad.

Der gepaarte t-Test ergibt mit höchster Signifikanz, dass es zu Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Kieferwinkel kommt, wenn der 1. und/oder 2. Ast betroffen sind.

3.1.16 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn nur der 3. Ast betroffen ist

Als letzter gepaarter t-Test zum Kieferwinkel soll nun getestet werden, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Im Test wird die betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite verglichen.

Der Test ergab die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse:

Tabelle 56: Grundwerte der Gruppen (3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

	Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar Kieferwinkel nicht betroffene Seite	117,6378	9	9,37548
Kieferwinkel der betroffenen Seite	125,4633	9	9,84820

Tabelle 57: Korrelationsergebnisse (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

	N	Korrelation	Signifikanz
Paar Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel der betroffenen Seite	9	0,531	0,141

Tabelle 58: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

	Gepaarte Differenzen					
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		Sig. (2-seitig)
				Untere	Obere	
Paar Kieferwinkel nicht betroffene Seite und Kieferwinkel der betroffenen Seite	-7,82556	9,31687	3,10562	-14,98714	-0,66397	0,036

Der durchgeführte Test ergibt einen p-Wert von $p = 0,036$. Die Mittelwerte liegen bei 117,6 Grad für die nicht betroffene Seite und bei 125,5 Grad für die betroffene Seite. Die Kieferwinkelwerte haben somit eine mittlere Differenz von 7,8 Grad.

Es lässt sich sagen, dass es zu signifikanten Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Kieferwinkel kommt, wenn ein plexiformes Neurofibrom im 3. Ast vorliegt.

3.1.17 Zusammenfassung der Ergebnisse zum Kieferwinkel

Die Testergebnisse zum Kieferwinkel werden in den nachfolgenden Tabellen zur Übersichtlichkeit kurz zusammengefasst. Die Ergebnisse werden zunächst für die t-Tests der gesamten Testgruppen gegen die Kontrollgruppe, sowohl für die betroffene Seite und die nicht betroffene Seite, angezeigt.

Tabelle 59: Testergebnisse der t-Tests für den Kieferwinkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Betroffen	Nicht betroffen
Alle NF1	+	-
dNF	/	-
fpNF	+	-
3 Äste zugleich	+	-
Nur 3. Ast	-	-
1.und/oder 2. Ast	+	-

- Kein signifikanter Unterschied; + signifikanter Unterschied; / keine Unterscheidung in betroffen/nicht betroffen

Tabelle 59 zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in der linken Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor. Die letzte Spalte zeigt die Testergebnisse für die nicht betroffene Seite.

Für die gepaarten t-Tests, bei denen die betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite verglichen wird, ergeben sich die folgend tabellarisch dargestellten Ergebnisse:

Tabelle 60: Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den Kieferwinkel tabellarisch aufgeführt

Gruppe	Intraindividueller Unterschied
Alle fpNF-Patienten	+
Alle 3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite
- + signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite

Es lässt sich immer eine signifikante Veränderung im Kieferwinkel auf der betroffenen Seite feststellen, wenn es zu einem plexiformen Neurofibrom im Nervus trigeminus kommt. Hierbei ist zu beobachten, dass es zu höchst signifikanten Unterschieden im Kieferwinkel kommt, wenn die ersten beiden Äste des Nervus trigeminus betroffen sind.

Die nicht betroffene Seite zeigt keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe, aber auch der Vergleich mit der betroffenen Seite zeigt, dass es zu deutlichen Unterschieden kommt. Somit kann man die nicht betroffene Seite als nicht verändert ansehen.

Durch die Untersuchung lässt sich festhalten, dass es nur auf der Seite des Tumors zu Veränderungen kommt, ohne Berücksichtigung der Lokalisation im Nervus trigeminus.

3.2 Ergebnisse für den Winkel ML-NSL

Der folgende Abschnitt der Ergebnisse wird sich mit den Resultaten aus den Tests zum ML-NSL-Winkel, der sich zwischen der Mandibulalinie und der Nasion-Sella-Linie befindet, beschäftigen. Die Mandibulalinie wird von den Punkten Menton (Me) und dem unteren Ramustangentialpunkt (RtgU) gebildet. Die Nasion-Sella-Linie wird von den Punkten Nasion (N) und Sella (S) gebildet. Der Winkel verdeutlicht die Neigung der Mandibula in Bezug auf die anteriore Schädelbasis. Da es durch die tumorösen Veränderungen bei einigen Patienten zu keiner eindeutigen Bestimmung der Mandibulalinie kommt, werden die Patienten doppelt vermessen und der vergrößerte Winkel als der betroffene Winkel oder die betroffene Seite angesehen. Es wird dann sowohl die betroffene Seite als auch die nicht betroffene Seite gegen den Mittelwert der Kontrollgruppe getestet. Es soll untersucht werden, ob man im Vergleich zum Kontrollkollektiv von einem vertikal veränderten Gesicht ausgehen kann. Davon kann ausgegangen werden, wenn der Winkel im Mittelwert über dem Mittelwert der Kontrollgruppe liegt.

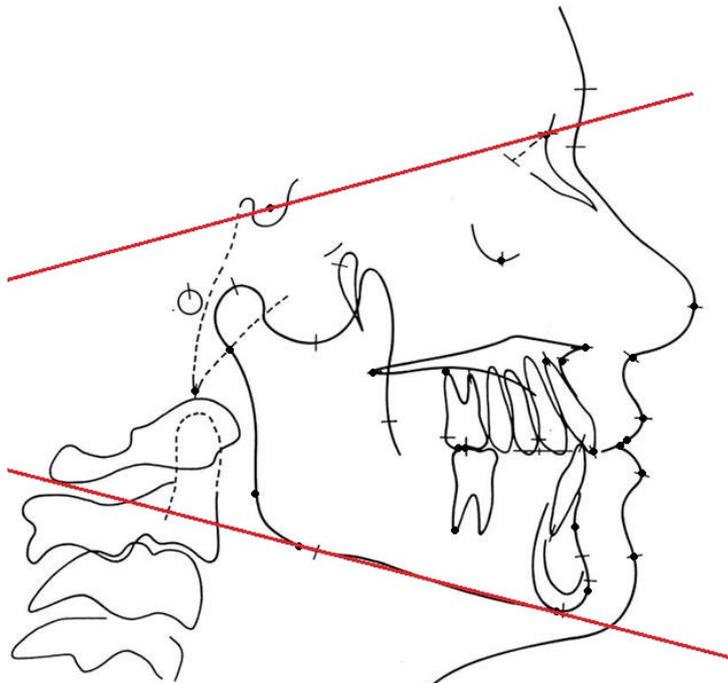


Abbildung 23: Graphische Darstellung des ML-NSL-Winkel

3.2.1 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Gruppe für den ersten Test zum ML-NSL-Winkel wird von allen NF1-Patienten gebildet. Von ihnen werden die Daten der betroffenen Seite gegen die Daten der Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl der Personen, die an NF1 erkrankt sind, beläuft sich auf 171, und die Kontrollgruppe wird von 29 Personen gebildet. Die Anzahl der Patienten weicht im Vergleich zu der Anzahl der Patienten bei den Untersuchungen zum Kieferwinkel ab, da nicht eindeutig auswertbare Fälle ausgeschlossen wurden.

Die Testergebnisse sind folgend tabellarisch dargestellt:

Tabelle 61: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	NF1	171	33,5471	7,88250
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 62: Testergebnisse (NF1/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,001	5,27576	1,51926	2,27975	8,27176

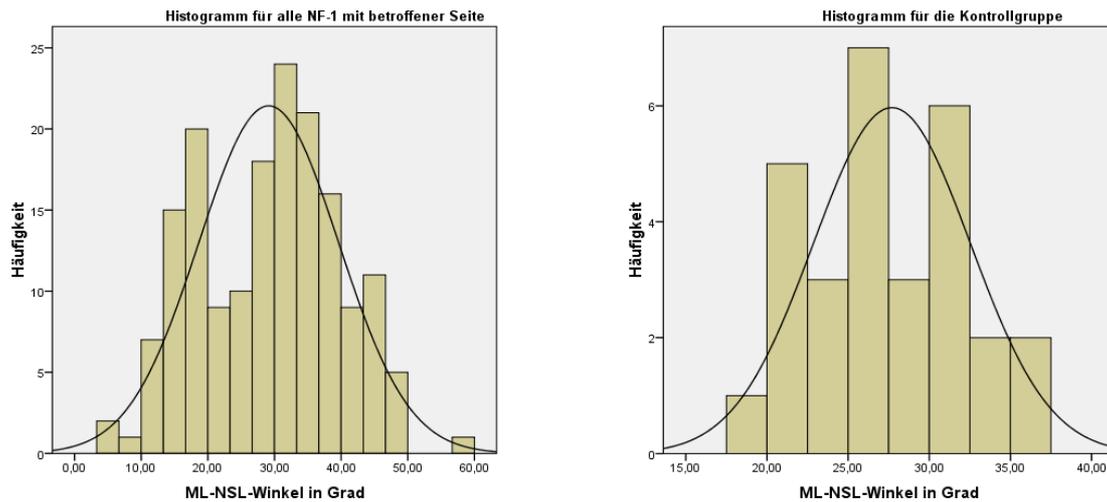


Abbildung 24: Histogramme des betroffenen ML-NSL-Winkels aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,001$. Der Mittelwert der ML-NSL-Winkel auf der betroffenen Seite liegt bei 33,5 Grad, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe ist 28,3 Grad. Daraus resultiert eine mittlere Differenz der Werte von 5,2 Grad.

Das Histogramm für die Werte aller NF1-Patienten zeigt einen Bereich von 4 Grad bis 60 Grad, in dem die Werte verteilt sind. In dem Histogramm der Kontrollgruppe erstreckt sich die Werteverteilung der Probanden in einem Bereich von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 63 Ancova für alle NF1 betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,000
Geschlecht (PSEX)	0,892
Alter (DpatAge)	0,002

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,000$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,892$). Das Alter hingegen sorgt für einen signifikanten Unterschied ($p=0,002$).

Mit dem Testergebnis lässt sich generell eine Veränderung des ML-NSL-Winkels bei einer NF1-Erkrankung feststellen.

3.2.2 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

In dem folgenden Test soll die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe getestet werden. Es soll mit dem Test festgestellt werden, ob die Winkel der Patienten mit dNF und die Winkel der nicht betroffenen Seite der fpNF-Patienten im Vergleich zur Kontrollgruppe als normal anzunehmen ist. Für den Test werden die ML-NSL-Winkel der nicht betroffenen Seite der 171 NF1-Patienten gegen den Mittelwert der 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Die Testergebnisse sind nachfolgend tabellarisch dargestellt:

Tabelle 64: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	NF1	171	31,5829	7,91496
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 65: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
						95% Konfidenzintervall der Differenz
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,031	3,31149	1,52509	0,30398	6,31899

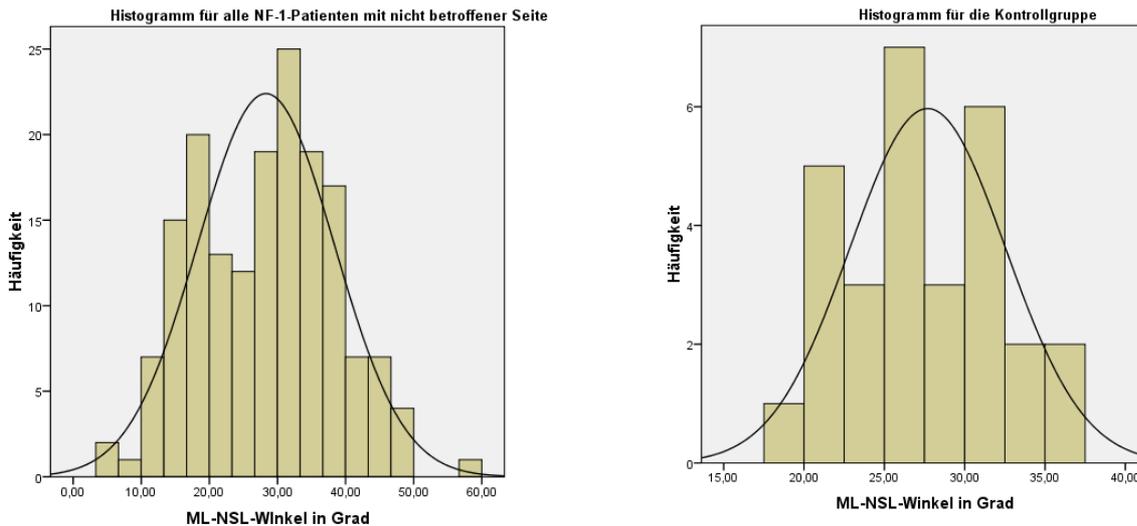


Abbildung 25: Histogramme des betroffenen ML-NSL-Winkels aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,031$. Der Mittelwert der NF1-Patienten liegt bei 31,6 Grad, und bei 28,3 Grad liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe. Der Test ergibt somit eine mittlere Differenz von 3,3 Grad.

Das Histogramm zeigt einen Bereich von 4 Grad bis 60 Grad für die nicht betroffene Seite der NF1-Patienten. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt eine Verteilung von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 66 Ancova für alle NF1 nicht betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,007
Geschlecht (PSex)	0,847
Alter (DpatAge)	0,000

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,007$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,847$). Das Alter hingegen nimmt einen signifikanten Einfluss auf den Winkel ($p=0,000$).

Das Testergebnis zeigt, dass es auch auf der nicht betroffenen Seite zu signifikanten Veränderungen kommt.

3.2.3 t-Test: Vergleich zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test zum Winkel ML-NSL werden die Patienten vom disseminierten Typ gegen die Kontrollgruppe getestet. Da die Patienten vom disseminierten Typ keine oder nur sehr geringe Doppelkonturen zeigen, wird keine Doppelauswertung vorgenommen. Für den ersten Test werden die Werte der dNF-Patienten gegen die Werte der Kontrollgruppe getestet. Die Gruppe der dNF-Patienten wird aus einer Anzahl von 95 Patienten gebildet. Die Kontrollgruppe besteht aus 29 Probanden.

Der durchgeführte Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 67: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel dNF	95	30,2819	7,58435
Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 68: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,185	2,01052	1,50947	-0,97763	4,99866

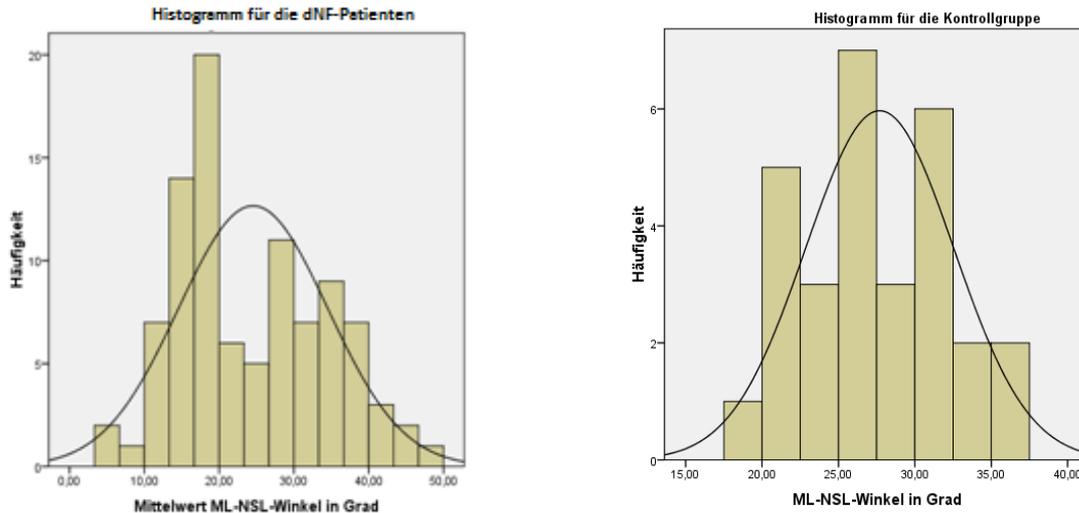


Abbildung 26: Histogramme für die ML-NSL-Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der durchgeführte t-Test für die dNF-Patienten gegenüber der Kontrollgruppe zeigt einen p-Wert von $p=0,185$ an. Der Mittelwert für die Patienten vom disseminierten Typ liegt im Winkel ML-NSL bei 30,3 Grad, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe liegt bei 28,3 Grad. Somit liegt eine mittlere Differenz von 2 Grad vor.

Das Histogramm der disseminierten Patienten zeigt einen Verteilungsbereich von 4 Grad bis 50 Grad. Der Verteilungsbereich im Histogramm der Kontrollgruppe liegt zwischen 17,5 Grad und 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 69 Ancova für dNF ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,053
Geschlecht (PSex)	0,960
Alter (DpatAge)	0,016

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,053$). Das Geschlecht hat keinen

signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,960$). Das Alter hingegen nimmt einen signifikanten Einfluss auf den Winkel ($p=0,016$).

Das Fazit, das aus dem Test gezogen werden kann, ist, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und den Patienten vom disseminierten Typ gibt.

3.2.4 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite der fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der nächste Test fasst alle Patienten, die an einem fpNF erkrankt sind, zusammen. Diese werden dann gegen die Kontrollgruppe getestet. Es soll untersucht werden, ob es durch Veränderungen im Nervus trigeminus zu Veränderungen im Winkel ML-NSL der Tumorseite kommt. Für den Test sind die Daten von 73 NF1-Patienten mit plexiformem Neurofibrom ausgewertet, und diese werden gegen die Daten von 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Die Ergebnisse des Tests sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 70: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	fpNF	73	35,1989	8,00772
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 71: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel betroffene Seite	Varianzen sind gleich	0,000	6,92752	1,61088	3,73158	10,12347

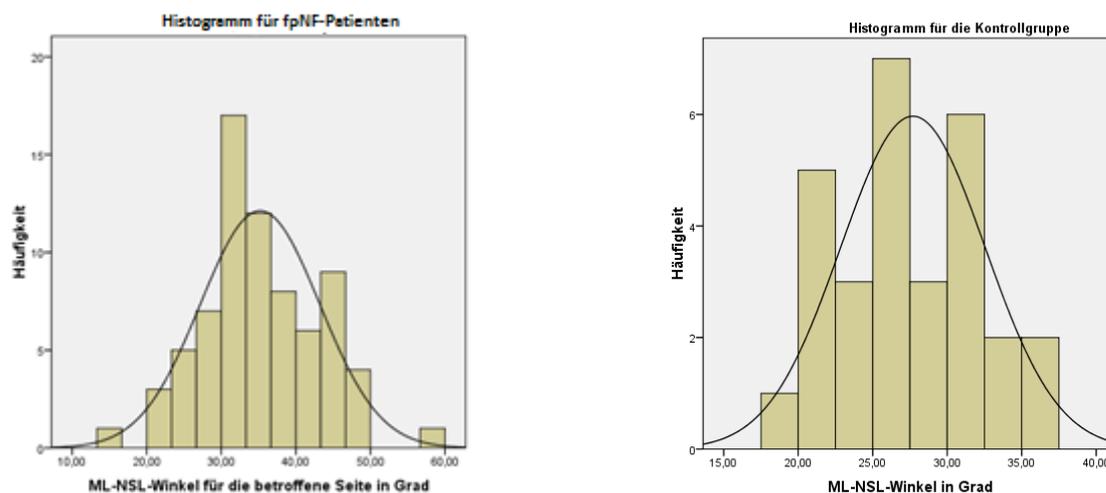


Abbildung 27: Histogramme für die betroffenen ML-NSL-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Für den p-Wert ergibt der Test einen Wert von $p=0,000$. Der Mittelwert für die Patienten vom plexiformen Typ liegt bei 35,2 Grad, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe liegt bei 28,3 Grad. Diese Winkelwerte ergeben eine mittlere Differenz von 6,9 Grad.

Die Histogramme zeigen Bereiche von 14 Grad bis 60 Grad für die betroffene Seite von den Patienten mit plexiformem Neurofibrom und von 17,5 Grad bis 37,5 Grad für die Kontrollgruppe.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 72 Ancova für fpNF betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,000
Geschlecht (PSex)	0,691
Alter (DpatAge)	0,049

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,000$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,691$). Das Alter hingegen nimmt einen signifikanten Einfluss auf den Winkel ($p=0,049$).

Das Ergebnis des Tests zeigt, dass es zu höchst signifikanten Unterschieden auf der betroffenen Seite im Winkel ML-NSL kommt, wenn der Nervus trigeminus von plexiformen Neurofibromen betroffen ist. Das Gesicht ist auf der betroffenen Seite somit skelettal verlängert.

3.2.5 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

In dem anschließenden Test soll nun die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe getestet werden. Es soll festgestellt werden, ob die Auswirkungen des Tumors auf die betroffene Seite beschränkt sind, oder ob auch die nicht betroffene Seite signifikant verändert ist und man somit auf eine allgemeine Gesichtsveränderung schließen kann. Für den Test werden die nicht betroffenen ML-NSL-Winkel der 73 Patienten mit fpNF gegen die Werte der 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Der durchgeführte Test zeigte folgende Ergebnisse:

Tabelle 73: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	fpNF	73	33,2973	8,11483
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 74: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

	t-Test für die Mittelwertgleichheit				
	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
				Untere	Obere
ML-NSL-Winkel nicht betroffene Seite Varianzen sind gleich	0,003	5,02588	1,62937	1,79325	8,25851

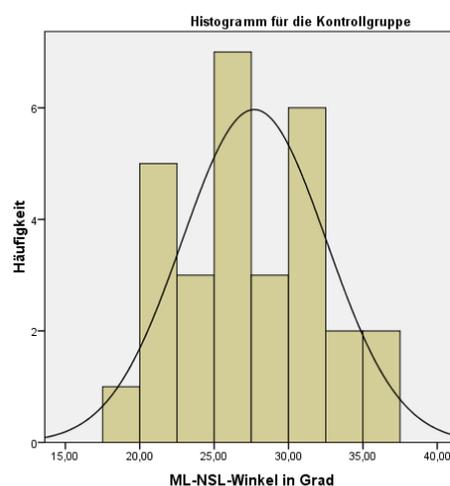
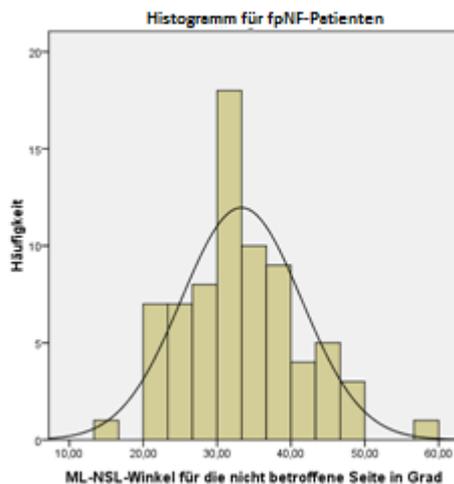


Abbildung 28: Histogramme für die nicht betroffenen ML-NSL-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,003$. Der Mittelwert der Patienten mit plexiformen Neurofibromen liegt bei 33,3 Grad, und bei 28,3 Grad liegt der Mittelwert der Kontrollgruppe. Die Mittelwerte ergeben somit eine mittlere Differenz von 5 Grad.

Das Histogramm zeigt einen Bereich von 14 Grad bis 60 Grad für die betroffene Seite von den Patienten mit plexiformen Neurofibrom. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt eine Verteilung von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 75 Ancova für fpNF nicht betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,002
Geschlecht (PSex)	0,552
Alter (DpatAge)	0,060

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,002$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,552$ bzw. $p=0,060$).

Der Test zeigt, dass es auch auf der Seite, die nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist, zu höchst signifikanten Veränderungen kommt. Der Winkel ist im Mittelwert vergrößert, und somit kann man eine Verlängerung des Gesichts im Gesamten annehmen. Dies wird auch durch die frontale Analyse von Christ (2012) bestätigt. Dieser Befund soll jetzt im Weiteren im Zusammenhang mit der Lokalisation des Tumors untersucht werden.

3.2.6 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Die Gruppe für den nächsten Test wird von den Patienten gebildet, bei denen alle drei Äste des Nervus trigeminus zugleich von plexiformen Neurofibromen betroffen sind. Von ihnen werden die Daten der betroffenen Seite gegen die Werte der Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl der Personen, die an Neurofibromatose erkrankt sind, beläuft sich auf 18, und die Kontrollgruppe wird von 29 Personen gebildet.

Die folgenden Ergebnisse ergab der durchgeführte Test:

Tabelle 76: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	1., 2. und 3. Ast	18	37,1850	8,55109
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 77: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,000	8,91362	2,00639	4,87254	12,95470

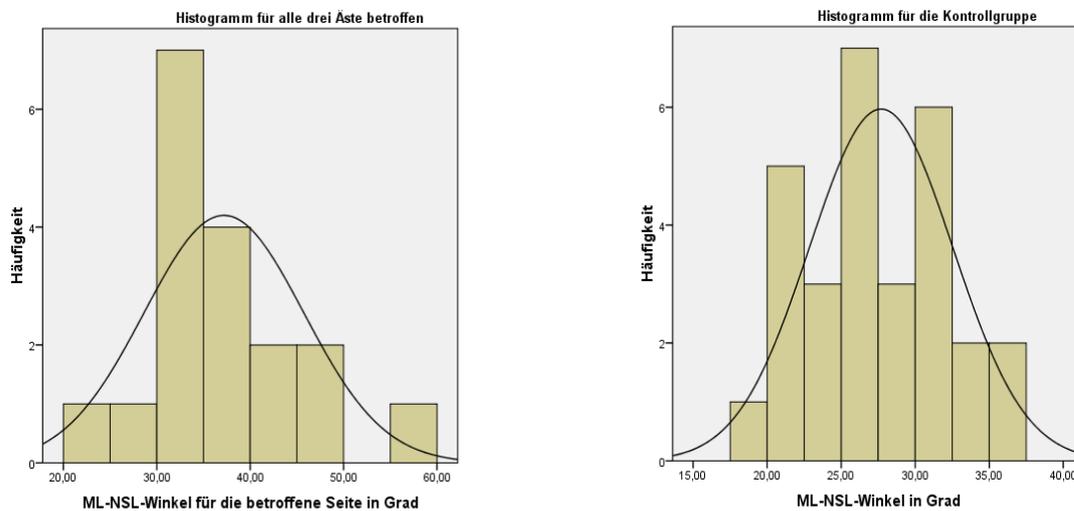


Abbildung 29: Histogramme des betroffenen ML-NSL-Winkels für fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,000$. Der Mittelwert des ML-NSL-Winkels auf der betroffenen Seite liegt bei 37,2 Grad, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe ist 28,3 Grad. Daraus resultiert eine mittlere Differenz der Mittelwerte von 8,9 Grad.

Das Histogramm der Patienten, bei denen alle drei Äste zugleich betroffen sind, zeigt einen Bereich von 20 Grad bis 60 Grad. In dem Histogramm der Kontrollgruppe erstreckt sich die Werteverteilung der Probanden in einem Bereich zwischen 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 78 Ancova für alle 3 Äste betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,000
Geschlecht (PSEX)	0,333
Alter (DpatAge)	0,882

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,000$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,333$ bzw. $p=0,882$).

Das Ergebnis zeigt mit höchster Signifikanz, dass es bei dieser Gruppe von Patienten zu deutlichen Unterschieden im ML-NSL-Winkel auf der betroffenen Seite kommt. Der Winkel ist deutlich vergrößert, und somit ist das Gesicht der Patienten auf der betroffenen Seite verlängert.

3.2.7 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test soll nun die nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffene Seite gegen den Mittelwert der Kontrollgruppe getestet werden. Es dient der Überprüfung, ob der Tumor sich auch auf der Gegenseite auswirkt. Es werden die ML-NSL-Winkel von 18 Patienten, die in allen drei Ästen des Nervus trigeminus zugleich betroffen sind, mit den Daten der 29 Probanden der Kontrollgruppe verglichen.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 79: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel 1., 2. und 3. Ast	18	35,9700	9,12356
Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 80: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,001	7,69862	2,09040	3,48834	11,90890

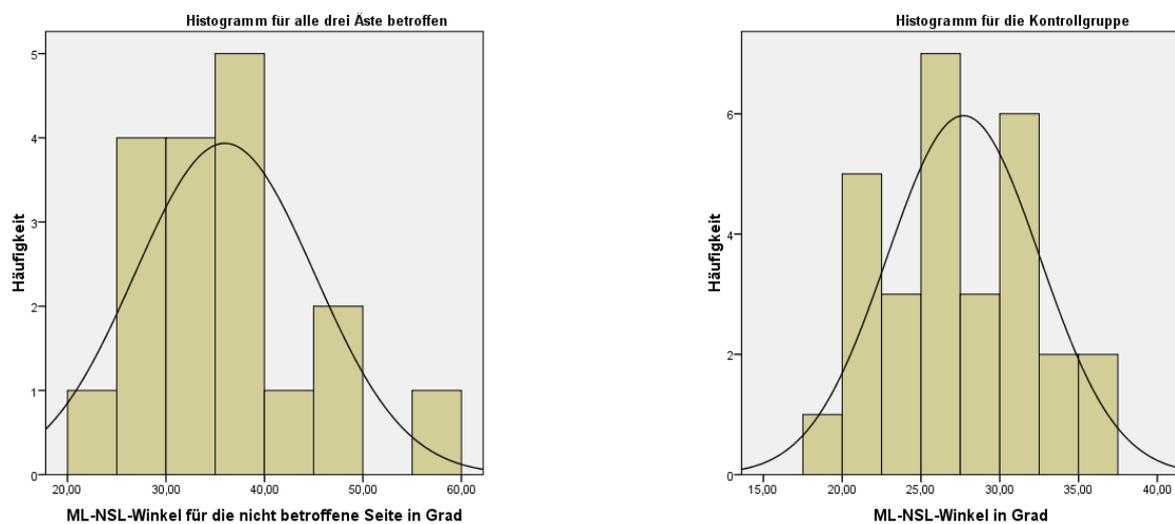


Abbildung 30: Histogramme für die nicht betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe

Für den p-Wert zeigt der Test einen Wert von $p=0,001$ an. Der Mittelwert für den ML-NSL-Winkel auf der nicht betroffenen Seite von Patienten, die auf der Gegenseite in allen drei Ästen des Nervus trigeminus nicht betroffen sind, wird mit 36 Grad angegeben. Der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 28,3 Grad. Der Vergleich der Mittelwerte führt zu einer mittleren Differenz von 7,7 Grad.

Das Histogramm der Patienten zeigt einen Verteilungsbereich von 20 Grad bis 60 Grad, und das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 81 Ancova für alle 3 Äste nicht betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,000
Geschlecht (PSEX)	0,320
Alter (DpatAge)	0,600

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,000$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,320$ bzw. $p=0,600$).

Der Test zeigt deutlich, dass es auch auf der nicht betroffenen Seite zu höchst signifikanten Unterschieden im ML-NSL-Winkel kommt. Man kann also aus beiden Tests zusammen eine Vergrößerung des ML-NSL-Winkels und somit eine Verlängerung des Gesichts bei Patienten, bei denen alle drei Äste zugleich betroffen sind, feststellen. Allerdings ist die Vergrößerung der Mittelwerte auf der nicht betroffenen Seite nicht so groß wie auf der betroffenen Seite.

3.2.8 t-Test: Vergleich zwischen der betroffenen Seite, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen und der Kontrollgruppe

Der folgende Test wird zwischen der Gruppe der Patienten, die nur im 1. oder nur im 2. Ast oder in beiden zugleich betroffen sind, und der Kontrollgruppe durchgeführt. Es soll zeigen, ob die Äste bei Erkrankung Einfluss nehmen auf den ML-NSL-Winkel. Die Gruppe der Patienten besteht aus 38 und die Kontrollgruppe aus 29 Personen.

Der Test ergab die in den Tabellen aufgeführten Ergebnisse:

Tabelle 82: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel			
1. und/oder 2. Ast	38	33,8732	7,56945
Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 83: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,001	5,60178	1,64382	2,31885	8,88471

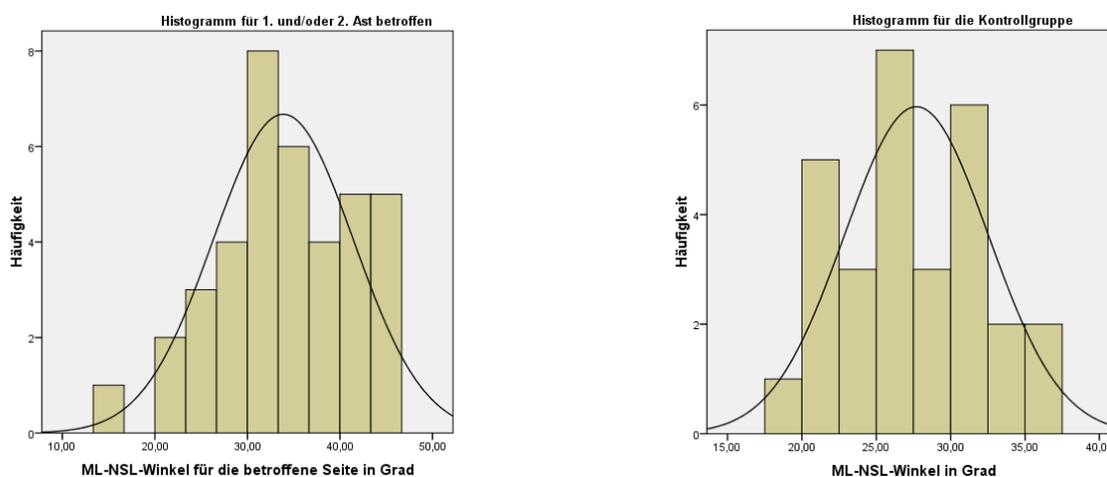


Abbildung 31: Histogramme für die betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,001$. Der Mittelwert für den ML-NSL-Winkel bei Erkrankten auf der betroffenen Seite wird mit 33,9 Grad angegeben. Der Mittelwert für die Kontrollgruppe lautet 28,3 Grad. Die Mittelwerte haben somit eine mittlere Differenz von 5,6 Grad.

Das Histogramm für die Patienten, die im 1. und/oder 2. Ast von einem Tumor betroffen sind, zeigt eine Verteilung der Werte auf einen Bereich von 14 Grad bis 47 Grad. Im Histogramm der Kontrollgruppe ist der Verteilungsbereich von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 84 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,001
Geschlecht (PSEX)	0,604
Alter (DpatAge)	0,001

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,001$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,604$). Das Alter hingegen nimmt einen signifikanten Einfluss auf den Winkel ($p=0,001$).

Der Test ergibt, dass es auf der Seite, die von einem fazialen plexiformen Neurofibrom im 1. und/oder 2. Ast betroffen ist, zu signifikanten Unterschieden im ML-NSL-Winkel kommt.

3.2.9 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Im sich anschließenden Test wird die nicht betroffene Seite von Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus der Gegenseite mit den Werten der Kontrollgruppe verglichen. Es soll untersucht werden, ob sich die nicht betroffene Seite im ML-NSL-Winkel verändert und sich somit eine Veränderung für das Gesamtgesicht feststellen lässt.

Der Test zeigt die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 85: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	1. und/oder 2. Ast	38	32,2132	7,34362
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 86: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,017	3,94178	1,60797	0,73043	7,15312

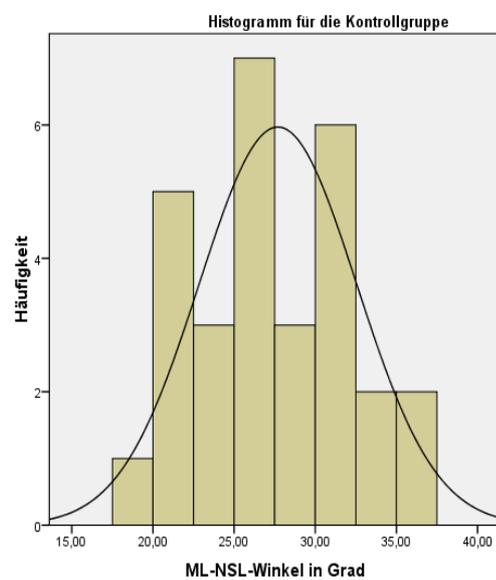
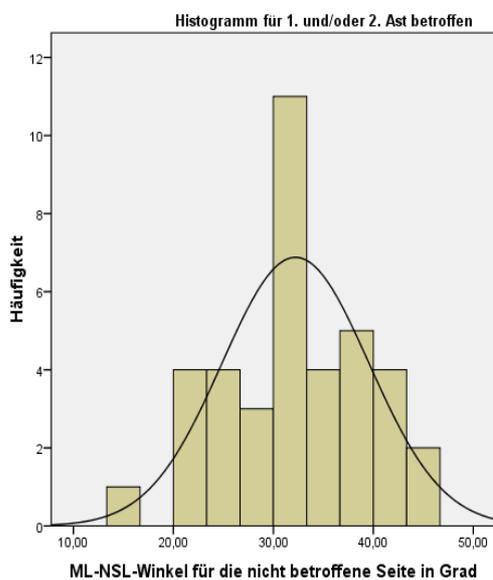


Abbildung 32: Histogramme für die nicht betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,017$. Der Mittelwert für die nicht betroffene Seite der Patienten wird mit 32,2 Grad angegeben, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe liegt bei 28,3 Grad. Diese Werte führen zu einer mittleren Differenz von 3,9 Grad.

Das Histogramm der Patienten, die im 1. und/oder 2. Ast nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffenen sind, zeigt einen Verteilungsbereich der Werte von 14 Grad bis 47 Grad. Das Histogramm für die Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 87 Ancova für 1. und/oder 2. Ast nicht betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,015
Geschlecht (PSex)	0,324
Alter (DpatAge)	0,003

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,015$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,324$). Das Alter hingegen nimmt einen signifikanten Einfluss auf den Winkel ($p=0,003$).

Aus den Werten des Tests lässt sich eine signifikante Veränderung im ML-NSL-Winkel erkennen. Der Winkel ist gegenüber der Kontrollgruppe vergrößert, und somit liegt ein verlängertes Gesicht vor.

3.2.10 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn nur der 3. Ast betroffen ist, und der Kontrollgruppe

Der nächste Test untersucht die Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus einer Seite betroffen sind. Hierfür wird zunächst die von dem Tumor betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe untersucht. Für den Test stehen die Ergebnisse von 9 Patienten und 29 Probanden der Kontrollgruppe bereit.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Testergebnisse:

Tabelle 88: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	nur 3. Ast	9	33,9489	6,34611
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 89 Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,010	5,67751	2,10062	1,41725	9,93777

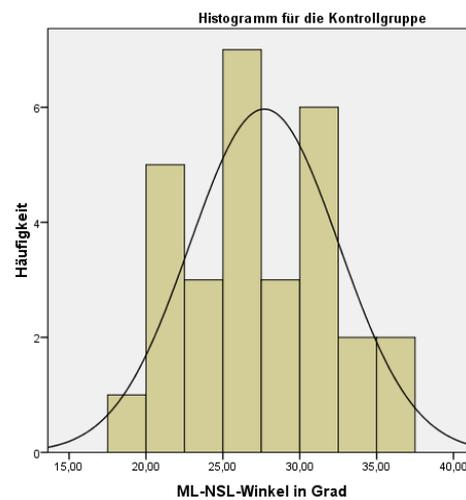
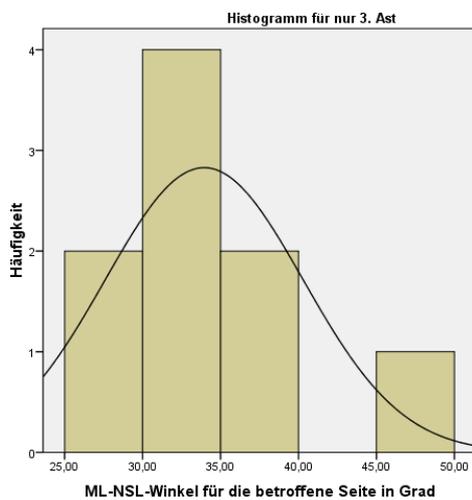


Abbildung 33: Histogramme der betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF nur im 3.Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,010$ an. Der Mittelwert für die Patienten, die nur im 3. Ast einen Tumor aufweisen, liegt im Winkel ML-NSL bei 33,9 Grad, und der Mittelwert für die Kontrollgruppe liegt bei 28,3 Grad. Somit liegt eine mittlere Differenz von 5,6 Grad vor.

Das Histogramm der Patienten zeigt einen Verteilungsbereich von 25 Grad bis 50 Grad. Der Verteilungsbereich im Histogramm der Kontrollgruppe liegt zwischen 17,5 Grad und 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 90 Ancova für nur 3. Ast betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,013
Geschlecht (PSex)	0,088
Alter (DpatAge)	0,915

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,013$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,088$ bzw. $p=0,915$).

Der Test ergibt, dass es zu signifikanten Veränderungen auf der betroffenen Seite im ML-NSL-Winkel kommt, wenn der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Der Mittelwert ist vergrößert, und somit kann auf eine Verlängerung des Gesichts geschlossen werden.

3.2.11 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn nur der 3. Ast betroffen ist, und der Kontrollgruppe

Im sich anschließenden Test der Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind, wird die nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffene Seite im ML-NSL-Winkel mit der Kontrollgruppe verglichen. Es stehen für den Test die Daten von 9 Patienten, die einen Tumor nur im 3. Ast der kontralateralen Seite aufweisen, zur Verfügung. Diese Daten werden mit den Daten der 29 Probanden der Kontrollgruppe verglichen.

Der Test ergab die nachfolgenden Ergebnisse:

Tabelle 91: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NSL-Winkel	nur 3. Ast	9	30,5733	5,82067
	Kontrollgruppe	29	28,2714	5,24026

Tabelle 92: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,269	2,30195	2,05080	-1,85725	6,46116

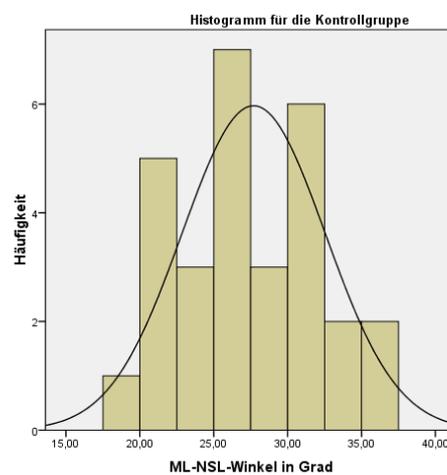
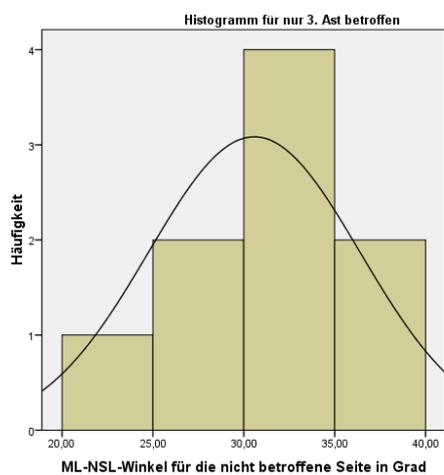


Abbildung 34: Histogramme des nicht betroffenen ML-NSL-Winkels mit fpNF nur im 3.Ast und der Kontrollgruppe

Es ergibt sich für den p-Wert ein Testergebnis von $p=0,269$. Für den Mittelwert der nicht betroffenen Seite der Patienten, die nur im 3. Ast betroffen sind, wird ein Wert von 30,6 Grad angegeben, und für den Mittelwert der Kontrollgruppe ein Wert von 28,3 Grad. Zudem wird in diesem Test eine mittlere Differenz von 2,3 Grad angegeben.

Das Histogramm der Patienten zeigt einen Bereich von 20 Grad bis 40 Grad an. Der Bereich im Histogramm der Kontrollgruppe erstreckt sich von 17,5 Grad bis 37,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 93 Ancova für nur 3. Ast nicht betroffener ML-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,329
Geschlecht (PSex)	0,112
Alter (DpatAge)	0,828

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,329$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NSL-Winkel ($p=0,112$ bzw. $p=0,828$).

Das Ergebnis des Tests ist, dass es trotz leicht vergrößerten Mittelwertes zu keinem signifikanten Unterschied zwischen der nicht betroffenen Seite der fpNF-Patienten, die im 3. Ast betroffen sind, und der Kontrollgruppe kommt.

3.2.12 Gepaarte t-Tests der betroffenen Seite gegen die nicht betroffenen Seite

Der nächste Teil der Auswertungen zum ML-NSL-Winkel soll sich mit dem Vergleich der betroffenen Seite mit der nicht betroffenen Seite der Patienten beschäftigen. Es soll ein intraindividueller Test durchgeführt werden, was mittels gepaarten t-Tests erfolgt. Hierdurch soll festgestellt werden, ob sich die Veränderungen, die in den vorangegangenen Tests auf beiden Seiten festgestellt wurden, in der Ausprägung voneinander unterscheiden oder gleichwertig sind.

3.2.13 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite bei fpNF-Patienten

Zunächst werden die Tumor-betroffenen-Seiten und die nicht-Tumor-betroffenen-Seiten aller NF1-Patienten verglichen. Dieser Test soll untersuchen, ob generell von einem Unterschied im ML-NSL-Winkel ausgegangen werden kann. Für den Test werden die Daten von 74 NF1-Patienten genommen.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Tabelle 94: Grundwerte der Gruppen (alle fpNF-Patienten betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	ML-NSL betroffene Seite	35,2485	74	7,96412
	ML-NSL nicht betroffene Seite	33,3711	74	8,08404

Tabelle 95: Korrelationsergebnisse für alle fpNF-Patienten (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	ML-NSL betroffene Seite und ML-NSL nicht betroffene Seite	74	0,933	0,000

Tabelle 96: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle fpNF betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	1,87743	2,93624	0,34133	1,19716	2,55770	0,000

Der durchgeführte Test ergibt im Vergleich der Winkel einen p-Wert von $p = 0,000$. Die Mittelwerte liegen bei 35,2 Grad für die betroffene Seite und bei 33,4 Grad für die nicht betroffene Seite. Die Mittelwerte haben somit eine Differenz von 1,9 Grad.

Abschließend zu diesem Test lässt sich sagen, dass es zu signifikanten Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NSL-Winkel kommt, wenn eine plexiforme Form der Neurofibromatose vorliegt. Nachfolgend soll festgestellt werden, ob diese Unterschiede lokalisationsunabhängig vom Tumor sind.

3.2.14 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste betroffen sind

Im nächsten gepaarten t-Test soll gezeigt werden, ob es zu Unterschieden kommt, wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind. Hierfür stehen Daten für den ML-NSL-Winkel von 18 Patienten zur Verfügung.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen angezeigt:

Tabelle 97: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	betroffene Seite	37,1850	18	8,55109
	nicht betroffene Seite	35,9700	18	9,12356

Tabelle 98: Korrelationsergebnisse für alle 3 Äste zugleich (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	18	0,968	0,000

Tabelle 99: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
Paar betroffene Seite und nicht betroffene Seite	1,21500	2,31354	0,54531	0,06450	2,36550	0,040

Der gepaarte t-Test zeigt einen p-Wert von $p= 0,040$ an. Die getesteten Mittelwerte lauten 37,2 Grad für die betroffene Seite und 36 Grad für die nicht betroffene Seite. Somit liegt eine mittlere Differenz der Mittelwerte von 1,2 Grad vor.

Das Ergebnis des Tests zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NSL-Winkel, wenn alle drei Äste des Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen sind.

3.2.15 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen sind

Bei dem nachstehenden gepaarten t-Test werden die Gruppen eingeschränkt, damit nur die betroffene Seite und die nicht betroffene Seite von den Patienten verglichen werden, die im 1. und/oder 2. Ast betroffen sind. Die Anzahl der Patienten, deren ML-NSL-Winkel verglichen werden, beläuft sich auf 38.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 100: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

	Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar betroffene Seite	33,8732	38	7,56945
nicht betroffene Seite	32,2132	38	7,34362

Tabelle 101: Korrelationsergebnisse für 1. und/oder 2. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

	N	Korrelation	Signifikanz
Paar betroffene Seite und nicht betroffene Seite	38	0,941	0,000

Tabelle 102: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
Paar betroffene Seite und nicht betroffene Seite	1,66000	2,56102	0,41545	0,81821	2,50179	0,000

Der Test ergibt einen p-Wert von $p= 0,000$. Der Mittelwert für die betroffene Seite liegt bei 33,9 Grad, und der Mittelwert für die nicht betroffene Seite liegt bei 32,2 Grad. Die Mittelwerte haben somit eine mittlere Differenz von 1,7 Grad.

Der gepaarte t-Test ergibt mit höchster Signifikanz, dass es zu Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NSL-Winkel kommt, wenn der 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind.

3.2.16 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn nur der 3. Ast betroffen ist

Im letzten gepaarten t-Test soll der ML-NSL-Winkel getestet werden, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Im Test wird die betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite verglichen.

Die Testergebnisse sind nachstehend aufgeführt:

Tabelle 103: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

	Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar betroffene Seite	33,9489	9	6,34611
nicht betroffene Seite	30,5733	9	5,82067

Tabelle 104: Korrelationsergebnisse für nur 3. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	9	0,787	0,012

Tabelle 105: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	3,37556	4,00256	1,33419	0,29891	6,45220	0,035

Der durchgeführte Test ergibt einen p-Wert von $p = 0,035$. Die Mittelwerte liegen bei 33,9 Grad für die betroffene Seite und bei 30,6 Grad für die nicht betroffene Seite. Die Mittelwerte haben somit eine mittlere Differenz von 3,3 Grad.

Als Ergebnis des Tests lässt sich sagen, dass es zu signifikanten Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen Kieferwinkel kommt, wenn ein plexiformes Neurofibrom im 3. Ast vorliegt.

3.2.15 Abschließendes Fazit zum ML-NSL-Winkel

Die Testergebnisse werden auch für den ML-NSL-Winkel zunächst tabellarisch zur Übersicht zusammengestellt. In der folgenden Tabelle werden die t-Testergebnisse für die betroffene und die nicht betroffene Seite in den Gruppen zusammengefasst.

Tabelle 106: Testergebnisse der t-Tests für den ML-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Betroffen	Nicht betroffen
Alle NF1	+	+
dNF	/	-
fpNF	+	+
3 Äste zugleich	+	+
1. und/oder 2. Ast	+	+
Nur 3. Ast	+	-

- Kein signifikanter Unterschied; + signifikanter Unterschied; / keine Unterscheidung in betroffen/nicht betroffen

Die Tabelle 106 zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in einer Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor. Die letzte Spalte zeigt die Testergebnisse für die nicht betroffene Seite.

Für die gepaarten t-Tests, bei denen die betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite verglichen werden, ergeben sich die nachfolgend tabellarisch dargestellten Ergebnisse.

Tabelle 107: Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den ML-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt

Gruppe	Intraindividueller Unterschied
Alle fpNF-Patienten	+
Alle 3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite
 + signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite

Es ist aus den Testergebnissen deutlich zu erkennen, dass es auf der Seite des Tumors zu einer Vergrößerung des ML-NSL-Winkels kommt. Hierbei sind der betroffene Ast oder die Anzahl der betroffenen Äste beim intraindividuellen Vergleich nicht relevant. Interessant ist, dass es auch auf der nicht betroffenen Seite zu deutlichen Veränderungen kommen kann. Zu diesen Veränderungen kommt es bei allen Kombinationen der Äste, die getestet wurden, außer bei dem Test, bei dem, im Vergleich zur Kontrollgruppe, nur der 3. Ast betroffen ist. Liegt ein Tumor im 3. Ast des Nervus trigeminus vor, wirkt sich dieser nur auf der Seite aus, auf der sich der Tumor befindet. Dieses liegt daran, dass der Tumor nur den Kieferwinkel der

betroffenen Seite verändert und somit nur auf der betroffenen Seite die Steilheit der Mandibulalinie beeinflusst. Die Veränderung der Mandibulalinie wird durch die Doppelauswertung deutlich. Es stellen sich zum Teil zwei deutlich unterschiedliche Konturen da. Wenn nun eine Auswertung sich als gesund darstellt, wie beim Kieferwinkel festgestellt, kann es zu einer Veränderung nur auf einer Gesichtseite kommen, wie es der Fall ist, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Sind auch andere Äste des Nervus trigeminus betroffen, kommt es zu Veränderungen der Schädelbasis, was auch die Veränderungen auf der nicht betroffenen Seite erklärt. Wenn andere Äste des Nervus trigeminus betroffen sind, ist eine Abstufung in den Veränderungen festzustellen. Es gibt die Normgruppe, die als gesund feststeht, dann ist als zweites die nicht betroffene Seite verändert und zwar signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe, und als dritte Gruppe gibt es die betroffene Seite.

Die Patienten mit dNF weisen keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe auf und sind somit im ML-NSL-Winkel nicht verändert.

In den gepaarten t-Tests wird deutlich, dass die Veränderung immer deutlich und signifikant ist. Wenn nur der 3. Ast betroffen ist, kommt es zu keinem signifikanten Unterschied.

Die Tests zum ML-NSL-Winkel zeigen immer eine Vergrößerung des Mittelwertes für die Patienten, die somit ein generell verlängertes Gesicht aufweisen und man damit von einem skelettal verlängerten Gesicht, einem sogenannten Longface, reden kann.

3.3 Ergebnisse zum Winkel NL-NSL

Die folgenden Tests untersuchen den Winkel der zwischen der Nasion-Sella-Linie und der Nasenlinie. Die Nasion-Sella-Linie wird von den Punkten Nasion (N) und Sella (S) gebildet, und die Nasenlinie wird von der Spina nasalis anterior (Spa) und dem Punkt Pterygomaxillare (Pm) gebildet. Der Winkel drückt den Neigungsgrad der Maxilla in Bezug zur anterioren Schädelbasis aus. Ebenfalls kann damit festgestellt werden, ob es durch strukturelle Veränderungen zu einer Zunahme oder Abnahme der oberen Gesichtshöhe gekommen ist. Da es bei den in Dental Vision gesetzten

Punkten eindeutig war und es zu keinen Doppelungen wie bei der Mandibulalinie kam, muss der Punkt nicht doppelt ausgewertet werden.

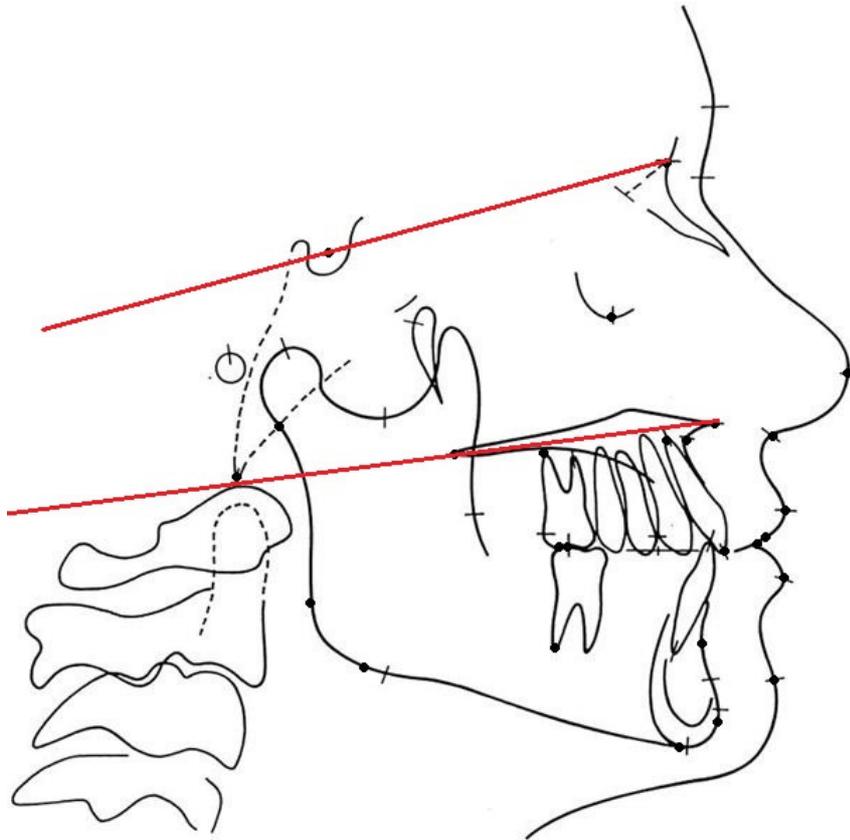


Abbildung 35: Graphische Darstellung des NL-NSL-Winkel

3.3.1 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Im ersten t-Test sollen alle Formen der NF1 zusammengefasst gegen die Kontrollgruppe getestet werden, um zu sehen, ob man von einer generellen Veränderung des Winkels ausgehen kann, wenn die Diagnose NF1 vorliegt.

Getestet wurden 172 NF1-Patienten gegen 29 Probanden der Kontrollgruppe.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 108: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
NL-NSL-Winkel	NF1	172	7,0706	4,26245
	Kontrollgruppe	29	5,8600	2,77704

Tabelle 109: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
NL-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,142	1,21064	0,82027	-0,40690	2,82818

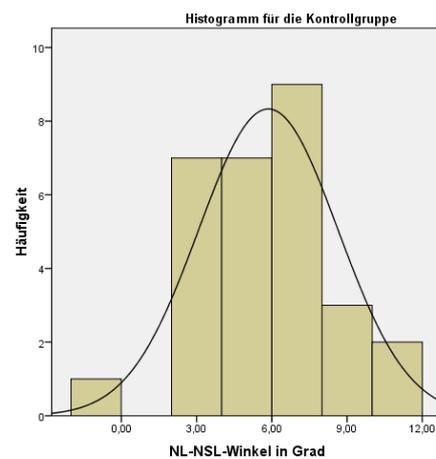
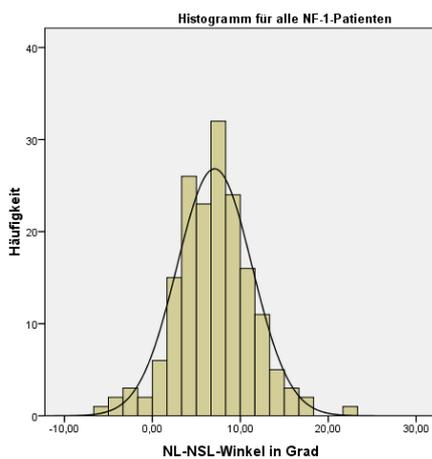


Abbildung 36: Histogramme für die NL-NSL-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,142$ an. Zudem zeigt der Test die Mittelwerte von 7,1 Grad für die NF1-Patienten und 5,9 Grad für die Kontrollgruppe. Diese Mittelwerte führen zu einer mittleren Differenz von 1,2 Grad.

Die Histogramme zeigen einen Bereich von -8 Grad bis 24 Grad für alle NF1-Patienten und einen Bereich von -2 Grad bis 12 Grad für die Kontrollgruppe.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 110 Ancova für alle NF1 NL-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,048
Geschlecht (PSEX)	0,800
Alter (DpatAge)	0,000

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant besteht ($p=0,048$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den Ausgang ($p=0,800$). Den signifikanten Unterschied zwischen allen NF1-Patienten und der Kontrolle wird signifikant vom Alter beeinflusst ($p=0,000$).

3.3.2 t-Test: Vergleich zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der folgende Test soll zeigen, ob es zu Veränderungen im NL-NSL-Winkel kommt oder ob man die Patienten als innerhalb der Norm betrachten kann, wenn die disseminierte Form der Neurofibromatose vorliegt. Hierzu werden die Winkelwerte der 97 dNF-Patienten gegen die Winkelwerte der 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Der Test ergab tabellarisch die nachfolgenden Ergebnisse:

Tabelle 111: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
NL-NSL-Winkel	dNF	97	6,3758	4,32636
	Kontrollgruppe	29	5,8600	2,77704

Tabelle 112: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
NL-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,546	0,51577	0,85269	-1,17194	2,20348

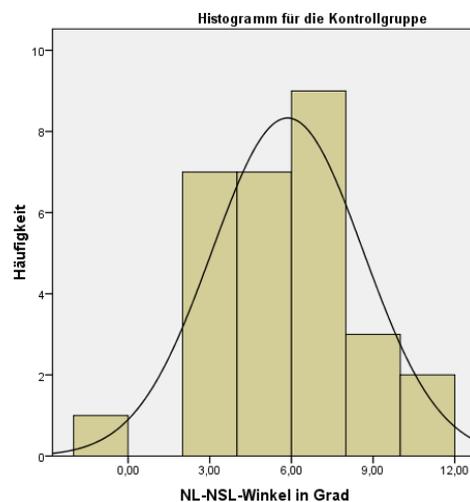
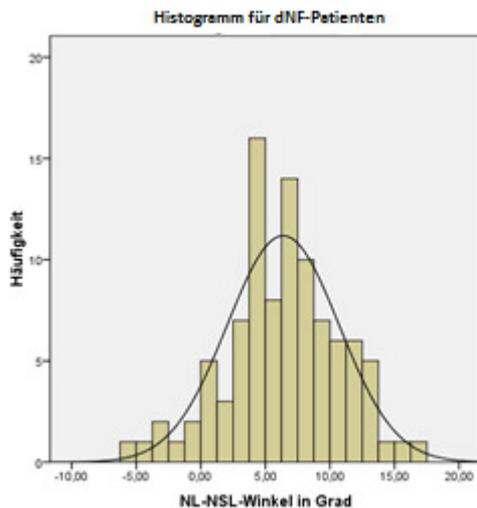


Abbildung 37: Histogramme für die NL-NSL-Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,546$. Die Mittelwerte sind 6,4 Grad für die dNF-Patienten und 5,9 Grad für die Kontrollgruppe. Diese Mittelwerte führen zu einer mittleren Differenz der Mittelwerte von 0,5 Grad.

Das Histogramm für die dNF-Patienten zeigt einen Bereich von -6 Grad bis 17 Grad an. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von -2 Grad bis 12 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 113 Ancova für alle dNF NL-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,232
Geschlecht (PSex)	0,267
Alter (DpatAge)	0,004

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,232$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den Ausgang ($p=0,267$). Das Alter hat einen signifikanten Einfluss ($p=0,004$).

Das Ergebnis des Tests ist, dass es trotz eines leicht erhöhten Mittelwertes bei den Patienten keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe im NL-NSL-Winkel gibt, wenn die disseminierte Form der NF1 vorliegt.

3.3.3 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der folgende Test soll zeigen, ob es generell zu Veränderungen im NL-NSL-Winkel kommt, wenn der Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist. Hierfür werden alle Möglichkeiten zusammengenommen, in welchem Ast oder welchen Ästen der Nervus trigeminus betroffen ist.

Die Testergebnisse sind folgend aufgeführt:

Tabelle 114: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
NL-NSL-Winkel fpNF	72	7,9744	4,10347
Kontrollgruppe	29	5,8600	2,77704

Tabelle 115: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
NL-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,012	2,11444	0,83045	0,46665	3,76223

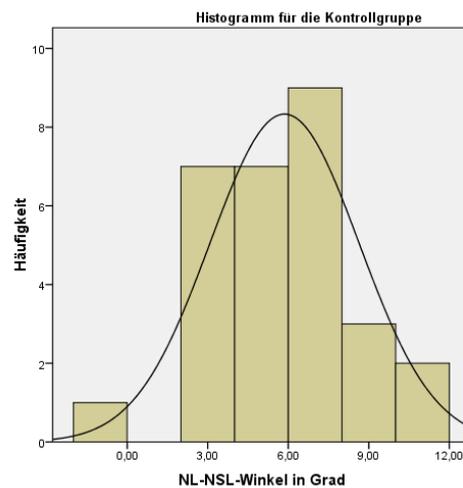
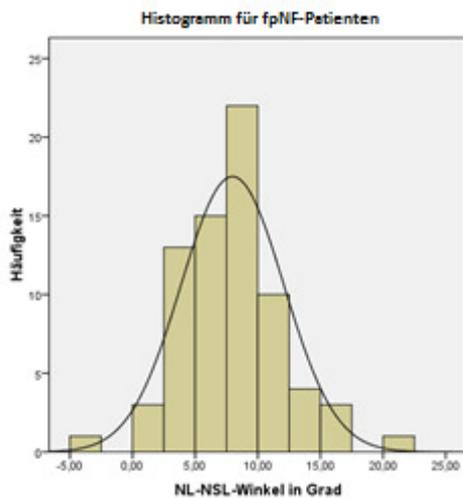


Abbildung 38: Histogramme für die NL-NSL-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test ergibt einen p-Wert von $p= 0,012$. Der Mittelwert für die Winkelwerte der fpNF-Patienten liegt bei 8 Grad und der Mittelwert der Werte der Kontrollgruppe bei 5,9 Grad. Die mittlere Differenz der Winkelwerte liegt somit bei 2,1 Grad.

Das Histogramm der Patienten zeigt einen Wertebereich von -5 Grad bis 27 Grad und das Histogramm der Kontrollgruppe einen Bereich von -2 Grad bis 12 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 116 Ancova für fpNF NL-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,009
Geschlecht (PSEX)	0,638
Alter (DpatAge)	0,063

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,009$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,063$ bzw. $p=0,638$).

Somit lässt sich durch die Auswertung des Tests ein signifikanter Unterschied im NL-NSL-Winkel feststellen, wenn der Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist. Die Winkelwerte sind vergrößert, und somit lässt sich ein verlängertes Obergesicht feststellen.

3.3.4 t-Test: Vergleich zwischen den Patienten mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe

Im nächsten Test werden die Patienten getestet, bei denen alle drei Äste des Nervus trigeminus zugleich betroffen sind. Sie haben die wohl schwerste Ausprägung, und nun sollen Unterschiede im NL-NSL-Winkel gegen die Kontrollgruppe festgestellt werden. Hierfür werden 18 Patienten gegen 29 der Kontrollgruppe getestet.

Der Test ergab die nachstehenden Ergebnisse:

Tabelle 117: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
NL-NSL-Winkel 1., 2. und 3. Ast	18	9,0200	3,62387
Kontrollgruppe	29	5,8600	2,77704

Tabelle 118: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
NL-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,002	3,16000	0,93741	1,27195	5,04805

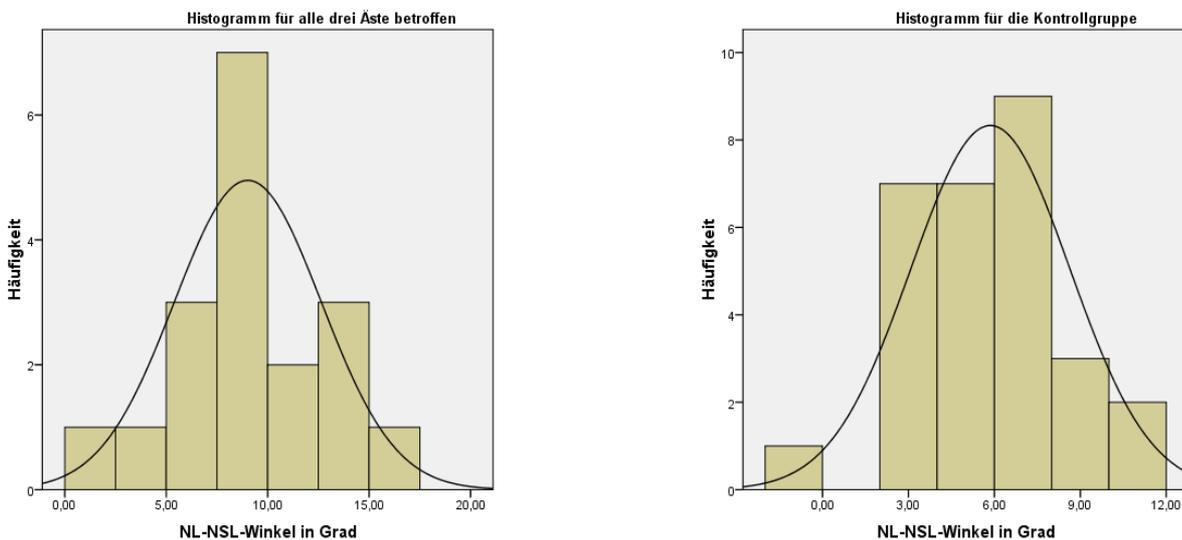


Abbildung 39: Histogramme der NL-NSL-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p= 0,002$. Der Mittelwert für die Patienten beläuft sich auf 9 Grad und der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 5,9 Grad. Die daraus resultierende mittlere Differenz der Winkelwerte liegt bei 3,1 Grad.

Die Histogramme zeigen Wertebereiche von 0 Grad bis 17,5 Grad für die NF1-Patienten, die alle drei Äste zugleich betroffen haben, und von -2 Grad bis 12 Grad für die Kontrollgruppe.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 119 Ancova für alle 3 Äste betroffen NL-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,002
Geschlecht (PSex)	0,961
Alter (DpatAge)	0,671

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,002$). Alter und Geschlecht haben keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,671$ bzw. $p=0,961$).

Das Ergebnis des Tests zeigt einen deutlich signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe im NL-NSL-Winkel, wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind. Es ist der deutlichste p-Wert und auch die größte Abweichung im Mittelwert von allen Tests bis hier, was auf den hohen Grad des Befalls des Nervus trigeminus zurückzuführen ist.

3.3.5 t-Test: Vergleich zwischen den fpNF-Patienten mit Tumor im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test sollen die Patienten gegen die Kontrollgruppe getestet werden, die im 1. und/oder 2. Ast betroffen sind. Dies soll zeigen, ob es zu Veränderungen kommt, wenn nur die Äste betroffen sind, die das Obergesicht versorgen. Die Daten von 38 fpNF-Patienten werden gegen die Daten der Kontrollgruppe getestet.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 120: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
NL-NSL-Winkel 1. und/oder 2. Ast	38	7,1976	4,20192
Kontrollgruppe	29	5,8600	2,77704

Tabelle 121: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
NL-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,143	1,33763	0,90168	-0,46315	3,13841

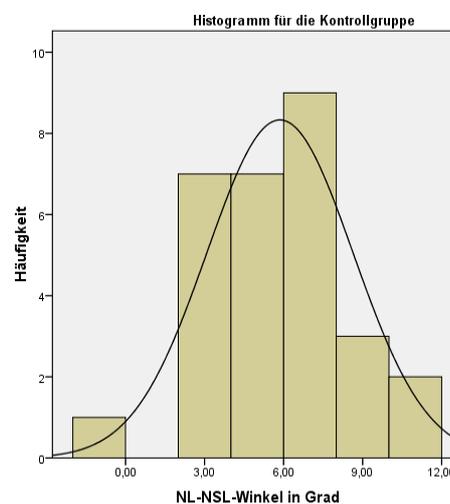
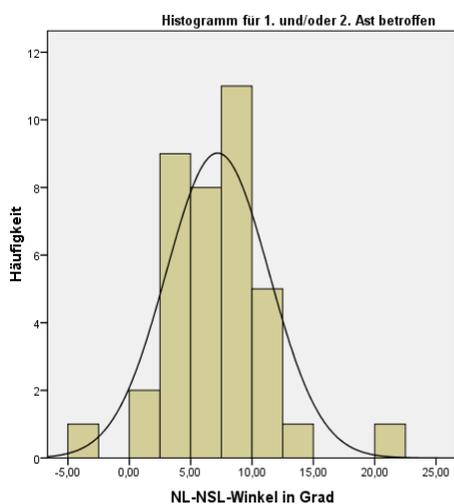


Abbildung 40: Histogramme der NL-NSL-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,143$. Die Mittelwerte lauten 7,2 Grad für die fpNF-Patienten, die im 1. und/oder 2. Ast betroffen sind, und 5,9 Grad für die Kontrollgruppe. Die mittlere Differenz der Winkelwerte liegt bei 1,3 Grad.

Das Histogramm der NF1-Patienten zeigt einen Verteilungsbereich der Werte von -5 Grad bis 22,5 Grad. Das der Kontrollgruppe einen Bereich von -2 Grad bis 12 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 122 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffen NL-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,115
Geschlecht (PSex)	0,590
Alter (DpatAge)	0,002

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,115$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,590$). Das Alter hingegen hat einen signifikanten Einfluss ($p=0,002$).

Das Ergebnis ist somit nicht signifikant für einen Unterschied im NL-NSL-Winkel zwischen den Patienten und der Kontrollgruppe.

3.3.6 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe der fpNF-Patienten mit Tumor im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Nun soll untersucht werden, ob es zu Veränderungen im NL-NSL-Winkel kommt, wenn nur der 3. Ast betroffen ist. Für den folgenden Test liegen die Daten von 9 Patienten, die nur im 3. Ast betroffen sind, und die Daten von 29 Probanden der Kontrollgruppe zugrunde.

Die Ergebnisse für den durchgeführten Test sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 123: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
NL-NSL-Winkel	nur 3. Ast	9	7,2622	3,23902
	Kontrollgruppe	29	5,8600	2,77704

Tabelle 124: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
NL-NSL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,211	1,40222	1,10124	-0,83120	3,63565

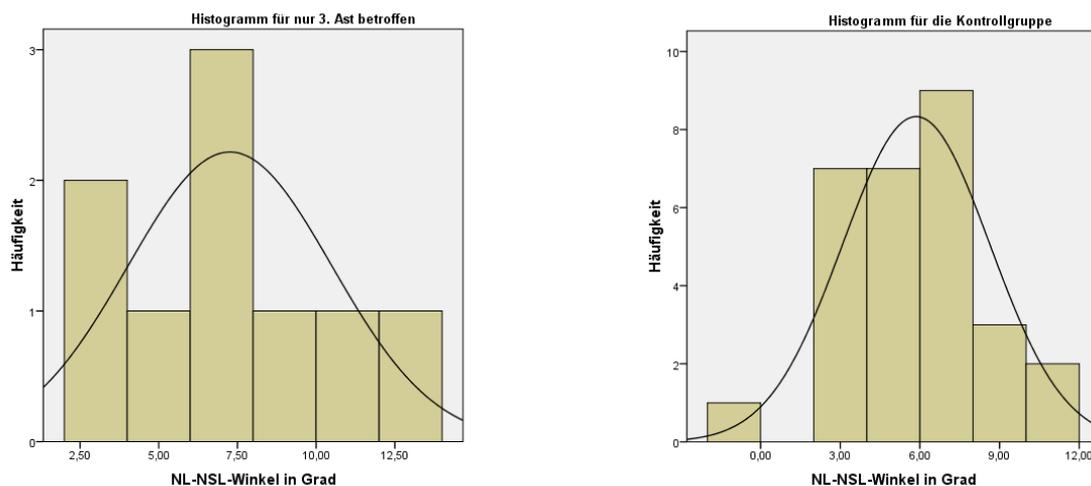


Abbildung 41: Histogramme der NL-NSL-Winkelwerte mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test ergibt einen p-Wert von $p=0,211$. Der Mittelwert für den NL-NSL-Winkel bei Patienten mit fpNF nur im 3. Ast des Nervus Trigemini beläuft sich auf 7,3 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 5,9 Grad. Dies führt zu einer mittleren Differenz der Mittelwerte von 1,4 Grad.

Die dazu gehörigen Histogramme zeigen Bereiche von 3 Grad bis 13 Grad für die NF1-Patienten und -2 Grad bis 12 Grad für die Kontrollgruppe.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 125 Ancova für nur 3 Ast betroffen NL-NSL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,098
Geschlecht (PSEX)	0,303
Alter (DpatAge)	0,017

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,098$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den Kieferwinkel ($p=0,303$), wohingegen das Alter einen signifikanten Einfluss hat ($p=0,017$).

Der Test zeigt keinen signifikanten Unterschied im NL-NSL-Winkel, wenn nur der 3. Ast von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist.

3.3.7 Abschließendes Fazit zum NL-NSL-Winkel

Die Testergebnisse für den NL-NSL-Winkel in einer tabellarischen Übersicht. Es werden die Ergebnisse für die Tests für die betroffene und die nicht betroffene Seite in den Gruppen gegen die Kontrollgruppe angezeigt.

Tabelle 126: Testergebnisse der t-Tests für den NL-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-
dNF	-
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1.und/oder 2. Ast	-
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Die Tabelle 126 zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in einer Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor.

Die Tests zeigen, dass es zu signifikanten Unterschieden im NL-NSL-Winkel kommen kann. Die NF1-Patienten und die dNF-Patienten zeigen keine Signifikanzen auf und sind somit für diesen Winkel als normal zu betrachten. Da die letzten beiden Tests keine Signifikanzen aufweisen, kann man keinen Rückschluss auf einen Ast machen. Nur wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind, ist ein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe festzustellen.

Da man nicht den einzelnen Ästen eine verändernde Wirkung zusprechen kann, muss eine weitere Möglichkeit, die auch schon frühzeitig häufig diskutiert wurde, in Betracht gezogen werden. Eine Vergrößerung der Sella könnte mit an einer Winkelzunahme beteiligt sein, da in Dental Vision ihr Mittelpunkt als Punkt gesetzt wird. Wenn jetzt eine Ausweitung der Sella nach kaudal vorliegt, kommt es zu einer Vergrößerung des NL-NSL-Winkels.

3.4 Ergebnisse zum ML-NL-Winkel

Der nächste Teil der Ergebnisse behandelt den Winkel, der sich zwischen der Nasallinie und der Mandibulalinie bildet. Die Nasallinie wird von der Spina nasalis anterior (Spa) und dem Pterygomaxillare-Punkt (Pm) gebildet, die Mandibulalinie von den Punkten Menton (Me) und dem unteren Ramustangentenpunkt (RtgU). Der Winkel drückt den Neigungswinkel der Mandibula relativ zur Oberkieferbasis aus und kann in Verbindung mit der unteren Gesichtshöhe gebracht werden. Er drückt die Divergenz der Kieferbasen aus. Für die Tests werden Gruppen gebildet, damit eine eventuelle Veränderung mit Ausprägungsformen der Neurofibromatose in Verbindung gebracht werden kann. Da es bei den Aufnahmen zu doppelten Darstellungen der Mandibulalinie kommt, musste eine Doppelauswertung für die betroffene und nicht betroffene Seite vorgenommen werden. Dies war allerdings nicht der Fall bei den dNF-Patienten.

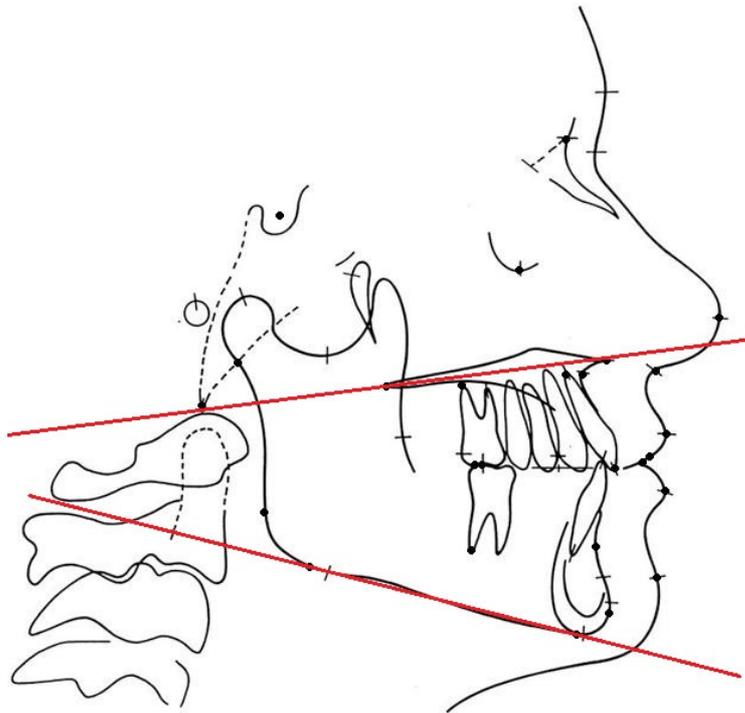


Abbildung 42: Graphische Darstellung des ML-NL-Winkel

3.4.1 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Im ersten Test wird der ML-NL-Winkel auf der betroffenen Seite von allen NF1-Patienten untersucht. Da es zu Doppelkonturen durch den zweifachen Kieferwinkel kommt, muss eine doppelte Auswertung mit zwei Mandibulalinen vorgenommen werden. Zunächst wird die von einem Tumor betroffene Seite untersucht. Die Werte der betroffenen Seite werden gegen die Winkelwerte der Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl der NF1-Patienten ist 171, und die Anzahl der Probanden der Kontrollgruppe ist 29.

Die Testergebnisse sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 127: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML- NL-Winkel	NF1	171	26,6108	7,07309
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 128: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
						95% Konfidenzintervall der Differenz
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,003	4,19927	1,37552	1,48671	6,91182

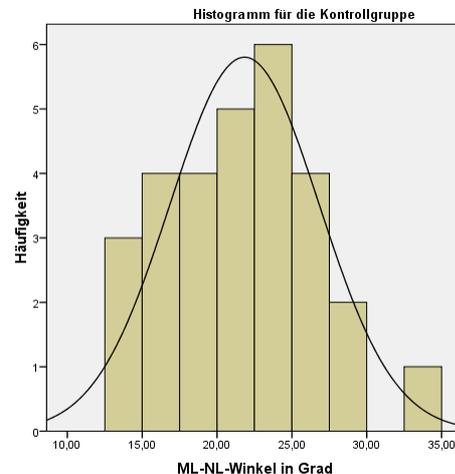
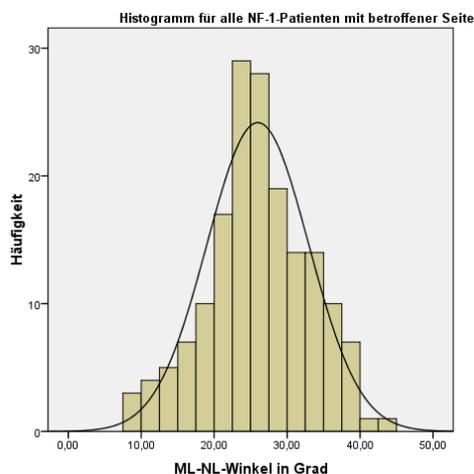


Abbildung 43: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,003$. Der Mittelwert der NF1 Patienten ist mit 26,6 Grad angegeben und der Mittelwert der Kontrollgruppe mit einem Wert von 22,4 Grad. Dies ergibt eine mittlere Differenz von 4,2 Grad.

Das Histogramm für die NF1-Patienten zeigt einen Verteilungsbereich der Werte von 7,5 Grad bis 45 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 129 Ancova für alle NF1 betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,002
Geschlecht (PSex)	0,911
Alter (DpatAge)	0,282

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,002$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,911$ bzw. $p=0,282$).

Der Test zeigt somit, dass es auf der betroffenen Seite zu höchst signifikanten Unterschieden im ML-NL-Winkel kommt, wenn die Diagnose NF1 vorliegt.

3.4.2 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite der NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Nachdem die betroffene Seite der NF1-Patienten untersucht wurde, wird nun die kontralaterale Seite mit der Kontrollgruppe verglichen. Der Test soll zeigen, ob es auf der Seite zu Veränderungen im ML-NL-Winkel kommt. In dem Test wird die nicht betroffene Seite von 171 NF1-Patienten gegen die Werte von 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Die Ergebnisse des Tests sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 130: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	NF1	171	24,6310	7,18685
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 131: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
						95% Konfidenzintervall der Differenz
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,113	2,21944	1,39579	-0,53308	4,97197

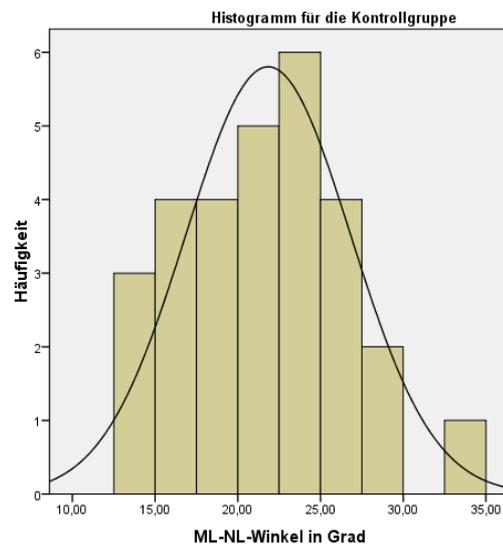
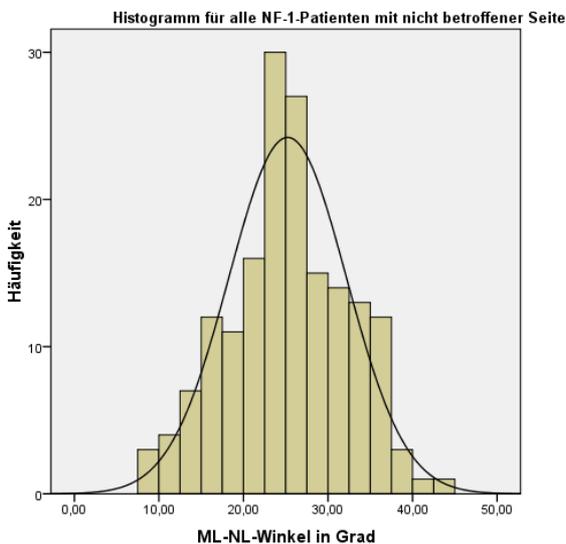


Abbildung 44: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der nicht betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,113$. Die Mittelwerte lauten 24,6 Grad für die NF1-Patienten und 22,4 Grad für die Kontrollgruppe. Die mittlere Differenz wird mit 2,2 Grad angegeben.

Das Histogramm der Werteverteilung für die NF1-Patienten zeigt Werte zwischen 7,5 Grad und 45 Grad. Der Verteilungsbereich im Histogramm der Kontrollgruppe liegt zwischen 12,5 Grad und 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 132 Ancova für alle NF1 nicht betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,075
Geschlecht (PSEX)	0,932
Alter (DpatAge)	0,093

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,075$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,932$ bzw. $p=0,093$).

Der Test zeigt, dass es auf der nicht betroffenen Seite zu keinen signifikanten Veränderungen im Winkel ML-NL kommt. Aus den Tests geht eine generelle Vergrößerung der Mittelwerte hervor, und somit ist das untere Gesicht verlängert.

3.4.3 t-Test: Vergleich zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der nächste Test zum ML-NL-Winkel wird zwischen den Patienten vom disseminierten Neurofibromatosetyp und der Kontrollgruppe durchgeführt. Der Test soll zeigen, ob es signifikante Unterschiede zwischen ihnen gibt oder ob man die dNF-Patienten als normal ansehen kann. Es stehen die Daten zum ML-NL-Winkel von 96 dNF-Patienten und 29 Probanden der Kontrollgruppe zur Verfügung.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 133: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	dNF	96	24,1552	7,24575
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 134: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,232	1,74366	1,45150	-1,12950	4,61681

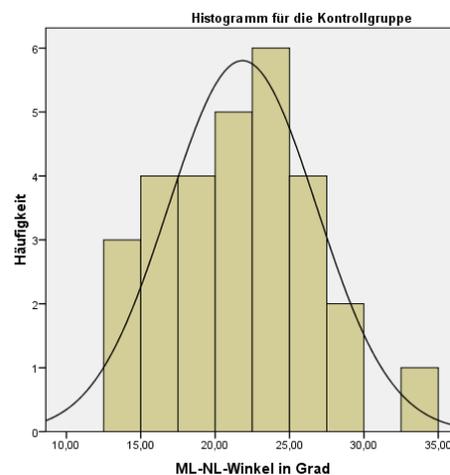
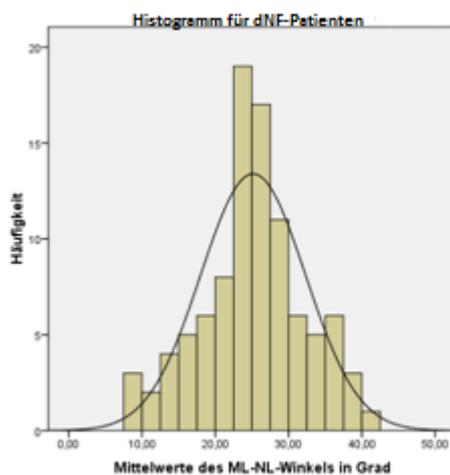


Abbildung 45: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,232$ an. Der Mittelwert der dNF-Patienten im ML-NL-Winkel liegt bei 24,2 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 22,4 Grad. Dies führt zu einer mittleren Differenz von 1,7 Grad.

Das Histogramm für die Werte der dNF-Patienten zeigt einen Verteilungsbereich von 7,5 Grad bis 42,5 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Verteilungsbereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 135 Ancova für dNF ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,169
Geschlecht (PSex)	0,809
Alter (DpatAge)	0,463

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,169$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,809$ bzw. $p=0,463$).

Der Test zeigt, dass es bei Patienten mit Neurofibromatose vom disseminierten Typ im Vergleich zu der Kontrollgruppe zu keinem signifikanten Unterschied im ML-NL-Winkel kommt und somit auch in der unteren Gesichtshöhe.

3.4.4 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite der fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test wird nun die von einem plexiformen Neurofibrom betroffene Seite gegen die Werte der Kontrollgruppe verglichen. Für die Gruppeneinteilung ist nur das Vorhandensein eines plexiformen Neurofibroms im Nervus trigeminus einer Seite entscheidend. Die Gruppen bestehen aus 72 fpNF-Patienten und 29 Probanden der Kontrollgruppe.

Der Test zeigt die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 136: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	fpNF	72	27,2515	6,84371
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 137: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,001	4,83998	1,41700	2,02835	7,65160

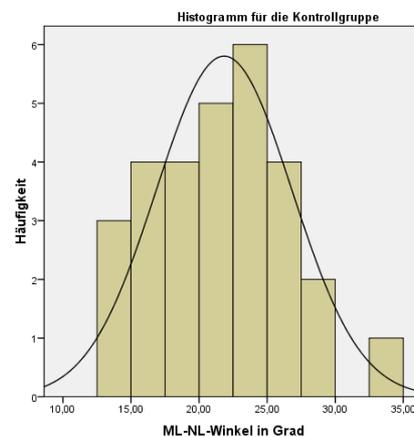
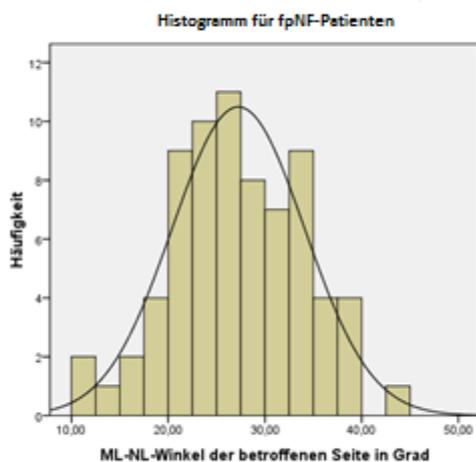


Abbildung 46: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der betroffenen Seite aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Ein p-Wert von $p=0,001$ wird im Test angezeigt. Der Mittelwert der Patienten mit einem plexiformen Tumor ist mit 27,3 Grad angegeben und der Mittelwert der Kontrollgruppe mit einem Wert von 22,4 Grad. Dies ergibt eine mittlere Differenz der Werte von 4,7 Grad.

Das Histogramm für die Patienten mit einem plexiformen Tumor zeigt einen Verteilungsbereich der Werte von 10 Grad bis 45 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 138 Ancova für alle fpNF betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,001
Geschlecht (PSex)	0,467
Alter (DpatAge)	0,258

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,001$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,467$ bzw. $p=0,258$).

Der Test zeigt somit, dass es auf der betroffenen Seite zu höchst signifikanten Unterschieden im ML-NL-Winkel kommt, wenn der Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist.

3.4.5 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite der fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Nachdem die von einem Tumor betroffene Seite untersucht wurde, wird nun die kontralaterale Seite, also die nicht betroffene Seite, gegen die Kontrollgruppe getestet. Es soll untersucht werden, ob es zu direkten Veränderungen im ML-NL-Winkel kommt. Wie im Test zuvor stehen die Daten von 72 Patienten vom plexiformen Typ und von 29 Probanden der Kontrollgruppe zur Verfügung.

Der Test zeigt die nachstehenden Ergebnisse:

Tabelle 139: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	fpNF	72	25,3243	7,16408
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 140: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,050	2,91275	1,47090	-0,00584	5,83134

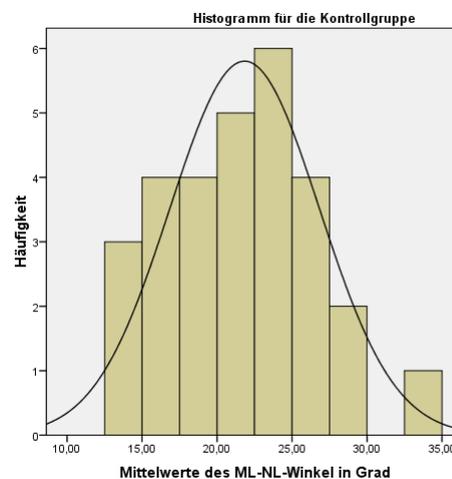
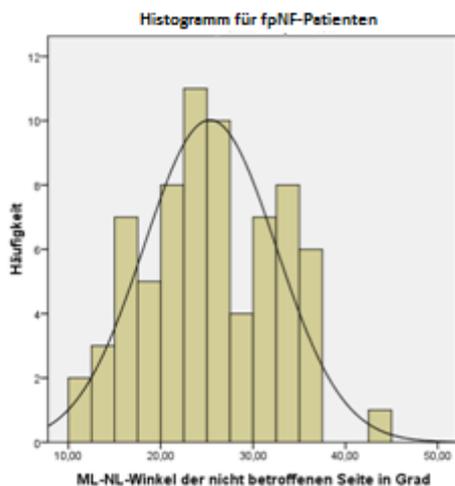


Abbildung 47: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der nicht betroffenen Seite aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Für den p-Wert ergibt der Test einen Wert von $p=0,050$. Der Mittelwert für den ML-NL-Winkel der Patienten mit fpNF liegt bei 25,3 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 22,4 Grad. Die mittlere Differenz liegt somit bei 2,9 Grad.

Das Histogramm für die Patienten vom plexiformen Typ zeigt einen Verteilungsbereich von 10 Grad bis 45 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe einen Verteilungsbereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 141 Ancova für fpNF nicht betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,054
Geschlecht (PSex)	0,343
Alter (DpatAge)	0,287

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,054$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,343$ bzw. $p=0,287$).

Das Ergebnis des Tests zeigt keinen signifikanten Unterschied für die nicht betroffene Seite im ML-NL-Winkel. Der Mittelwert ist vergrößert, und somit kann aus den Tests zusammen eine Verlängerung des unteren Gesichts auf der erkrankten Seite erkannt werden.

3.4.6 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Im nächsten Test wird der ML-NL-Winkel auf der betroffenen Seite von Patienten untersucht, die in allen drei Ästen des Nervus trigeminus zugleich eine Tumorbeeinflussung haben. Diese Werte der betroffenen Seite werden gegen die Werte der Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl der Patienten, die in allen drei Ästen zugleich betroffen sind, ist 18, und die Anzahl der Probanden der Kontrollgruppe ist 29.

Die Testergebnisse sind nachstehend aufgeführt:

Tabelle 142: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	1., 2. und 3. Ast	18	28,1628	6,94809
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 143: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,002	5,75123	1,79188	2,14219	9,36026

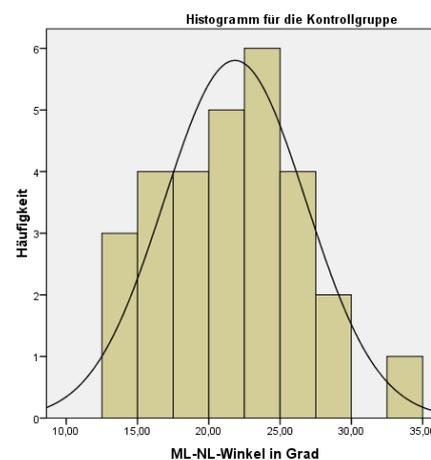
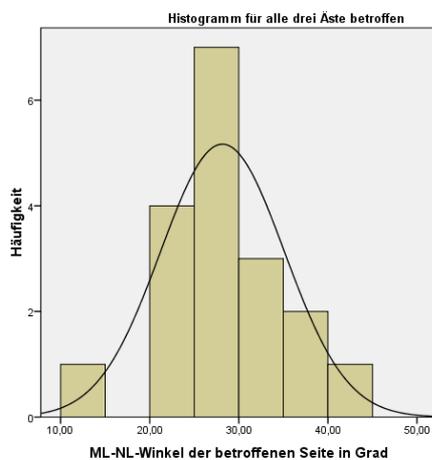


Abbildung 48: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte für alle drei Äste zugleich betroffen und der Kontrollgruppe

Der p-Wert bei diesem Test lautet $p=0,002$. Für den Mittelwert der Patienten, die einen Tumor in allen drei Ästen aufweisen, ergibt sich ein Wert von 28,2 Grad. Der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 22,4 Grad. Somit ergibt sich eine mittlere Differenz von 5,8 Grad.

Das Histogramm der Werteverteilung für die NF1-Patienten zeigt einen Bereich von 10 Grad bis 45 Grad an. Für die Kontrollgruppe zeigt das Histogramm einen Bereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 144 Ancova für alle 3 Äste betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,003
Geschlecht (PSex)	0,265
Alter (DpatAge)	0,695

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,003$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,265$ bzw. $p=0,695$).

Aus dem Test geht hervor, dass die betroffene Seite im ML-NL-Winkel einen höchst signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe aufweist. Der Mittelwert ist deutlich erhöht, und somit ist eine Verlängerung im unteren Gesicht zu erkennen.

3.4.7 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn fpNF in allen drei Ästen zugleich sind, und der Kontrollgruppe

Nachdem die betroffene Seite der Patienten, die einen Tumor in allen drei Ästen des Nervus trigeminus aufweisen, untersucht wurde, wird nun die kontralaterale Seite mit der Kontrollgruppe verglichen. Es soll zeigen, ob der Tumor auf der Seite, die er nicht direkt betrifft, für Veränderungen im ML-NL-Winkel sorgt. In dem Test wird die nicht betroffene Seite von 18 Patienten gegen den Mittelwert von 29 Probanden der Kontrollgruppe getestet.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 145: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	1., 2. und 3. Ast	18	26,9489	7,58298
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 146: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,020	4,53734	1,87740	0,75605	8,31862

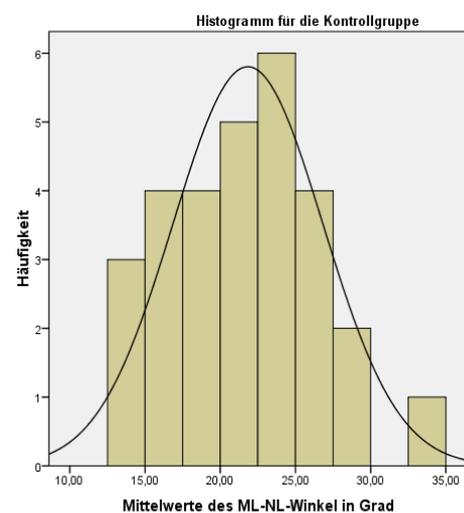
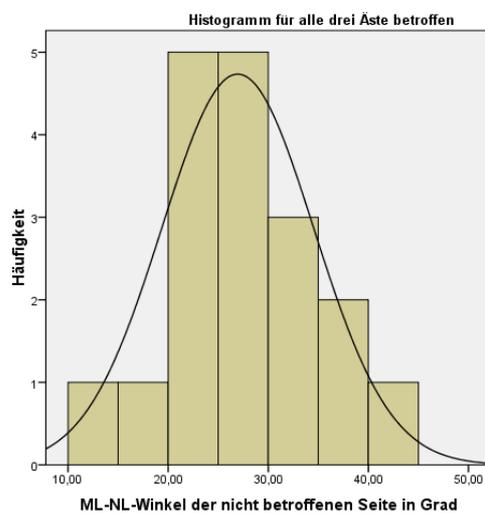


Abbildung 49: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,020$. Die Mittelwerte lauten 26,9 Grad für die fpNF-Patienten, die in allen drei Ästen des Nervus trigeminus zugleich betroffen sind, und 22,4 Grad für die Kontrollgruppe. Die mittlere Differenz für die Winkelwerte ist 4,5 Grad.

Das Histogramm der Patienten mit Tumoren in allen drei Ästen des Nervus trigeminus zeigt einen Verteilungsbereich der Werte zwischen 10 Grad und 45 Grad. Der Verteilungsbereich im Histogramm der Kontrollgruppe liegt zwischen 12,5 Grad und 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 147 Ancova für alle 3 Äste nicht betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,015
Geschlecht (PSex)	0,257
Alter (DpatAge)	0,711

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,015$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,257$ bzw. $p=0,711$).

Der Test zeigt, dass es auch auf der nicht direkt von einem plexiformen Neurofibrom betroffenen Seite zu signifikanten Veränderungen im Winkel ML-NL kommt. Aus den Tests geht eine generelle Vergrößerung der Mittelwerte hervor, und somit ist das Gesicht verlängert.

3.4.8 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn im 1. und/oder 2. Ast betroffen, und der Kontrollgruppe

In dem sich anschließenden Test soll die Auswirkung von plexiformen Neurofibromen, die sich im 1. oder im 2. oder in beiden zeitgleich befinden, auf der betroffenen Seite untersucht werden. Hierfür werden die Daten zum ML-NL-Winkel von 38 Patienten mit den Daten von 29 Probanden der Kontrollgruppe in einem verglichen.

Der durchgeführte Test ergibt die nachstehenden Ergebnisse:

Tabelle 148: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	1. und/oder 2. Ast	38	26,6750	6,89991
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 149: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,007	4,26345	1,54306	1,18175	7,34515

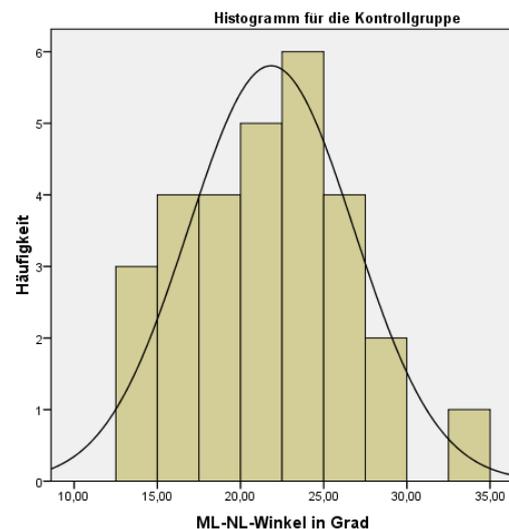
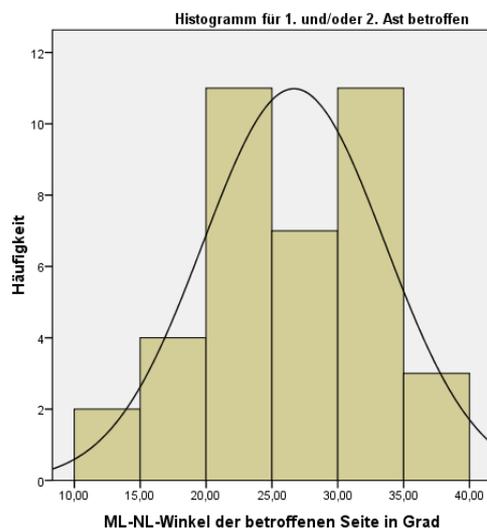


Abbildung 50: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der betroffenen Seite mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Im Test wird ein p-Wert von $p=0,007$ angezeigt. Der Mittelwert für die Patienten mit Tumor im 1. und/oder 2. Ast wird mit 26,7 Grad angegeben, und der Mittelwert der Kontrollgruppe wird mit 22,4 Grad angegeben. Die mittlere Differenz der Werte liegt damit bei 4,3 Grad.

Das Histogramm für die Tumor-Patienten zeigt einen Wertebereich der Werte von 10 Grad bis 40 Grad. Das Histogramm für die Werte der Kontrollgruppe zeigt einen Wertebereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 150 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,009
Geschlecht (PSEX)	0,413
Alter (DpatAge)	0,112

Die Ancova zeigt, dass der Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,009$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,413$ bzw. $p=0,112$).

Der Test zeigt, dass es im betroffenen ML-NL-Winkel zu signifikanten Veränderungen kommt, wenn der 1. und/oder 2. Ast betroffen ist.

3.4.9 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen, und der Kontrollgruppe

Als nächstes soll die nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffene Seite mit der Kontrollgruppe verglichen werden. Es soll untersucht werden, ob es auch auf der nicht betroffenen Seite zu Veränderungen im Winkel ML-NL kommt. Wie im Test zuvor stehen die Daten von 38 Patienten und 29 Probanden zur Verfügung.

Die Testergebnisse sind nachstehend aufgeführt:

Tabelle 151: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	1. und/oder 2. Ast	38	25,0171	7,27475
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 152: Testergebnisse (1. und/oder 2. Astbetroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,109	2,60555	1,60153	-0,59293	5,80404

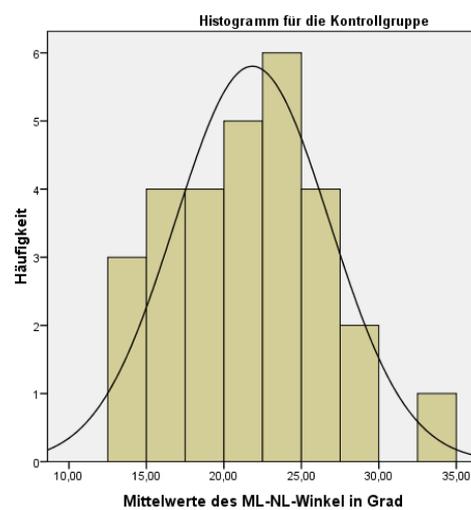
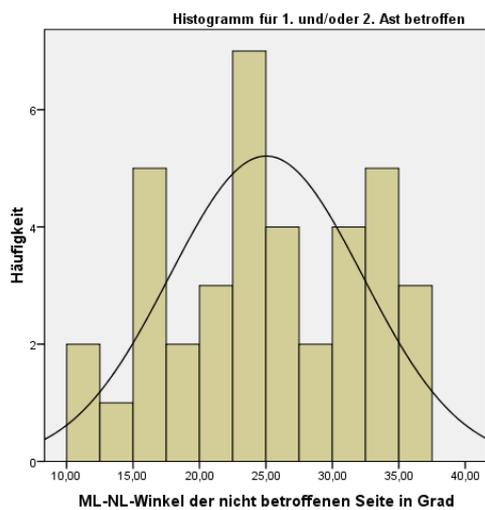


Abbildung 51: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt für den p-Wert einen Wert von $p=0,109$ an. Der Mittelwert für die Patienten mit einem Tumor liegt bei 25 Grad. Der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 22,4 Grad. Aus den Winkelwerten ergibt sich eine mittlere Differenz von 2,6 Grad.

Das Histogramm der Patienten zeigt einen Bereich von 10 Grad bis 37,5 Grad an. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Verteilungsbereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 153 Ancova für 1. und/oder 2. Ast nicht betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,128
Geschlecht (PSEX)	0,221
Alter (DpatAge)	0,211

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht signifikant bestehen bleibt ($p=0,128$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,221$ bzw. $p=0,211$).

Aus den Ergebnissen des Tests lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen der nicht betroffenen Seite und der Kontrollgruppe erkennen.

3.4.10 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite, wenn ein fpNF nur im 3. Ast vorliegt, und der Kontrollgruppe

Der folgende Test soll die betroffene Seite von Patienten, die ein plexiformes Neurofibrom nur im 3. Ast des Nervus trigeminus aufweisen, gegen die Kontrollgruppe untersuchen. Hierfür werden die Daten von 9 Patienten gegen die Daten von 29 Probanden getestet.

Der Test ergab die folgenden Werte:

Tabelle 154: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	nur 3. Ast	9	26,6867	6,46490
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 155: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,052	4,27511	2,12676	-0,03816	8,58839

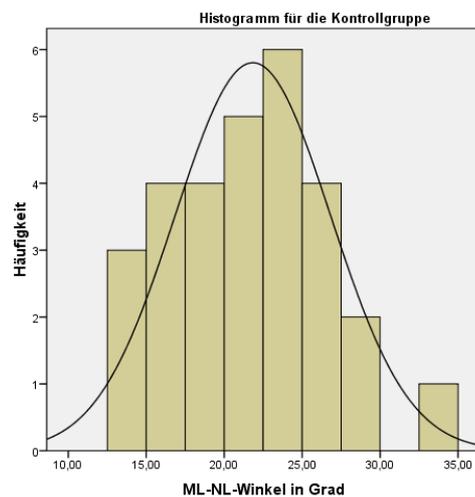
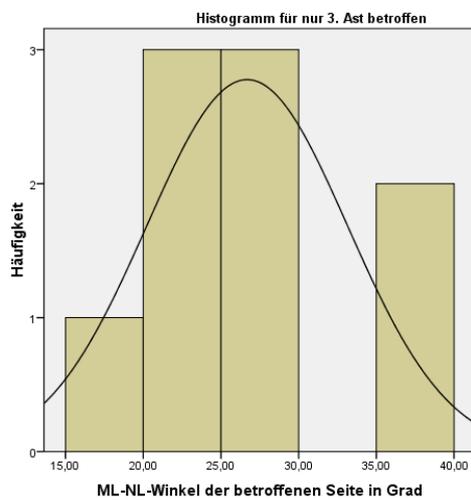


Abbildung 52: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der betroffenen Seite mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Für den p-Wert gibt der Test einen Wert von $p=0,052$ an. Der Mittelwert der fpNF-Patienten ist mit 26,7 Grad angegeben und der Mittelwert der Kontrollgruppe mit einem Wert von 22,4 Grad. Dies ergibt eine mittlere Differenz der Winkelwerte von 4,3 Grad.

Das Histogramm für die fpNF-Patienten zeigt einen Verteilungsbereich der Werte von 15 Grad bis 40 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 156 Ancova für nur 3. Ast betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,089
Geschlecht (PSex)	0,230
Alter (DpatAge)	0,264

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,089$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,230$ bzw. $p=0,264$).

Der Test zeigt somit, dass es auf der betroffenen Seite zu keinen signifikanten Unterschieden im ML-NL-Winkel kommt, wenn der Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist.

3.4.11 t-Test: Vergleich zwischen der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn nur der 3. Ast mit einem fpNF betroffen, und der Kontrollgruppe

Im nächsten t-Test für den ML-NL-Winkel soll die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe getestet werden. Auch hier werden die Daten von 9 Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus ein plexiformes Neurofibrom aufweisen, gegen die Daten der Kontrollgruppe getestet.

Der Test ergab die nachfolgenden Ergebnisse:

Tabelle 157: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ML-NL-Winkel	nur 3. Ast	9	23,3089	6,32793
	Kontrollgruppe	29	22,4116	5,29165

Tabelle 158: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ML-NL-Winkel	Varianzen sind gleich	0,674	0,89734	2,11339	-3,38883	5,18350

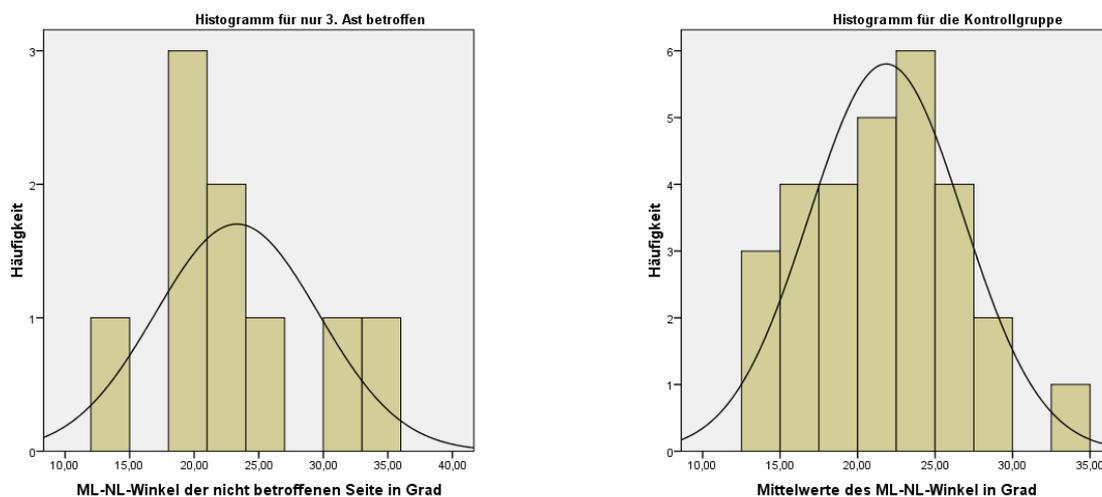


Abbildung 53: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Für den p-Wert wird im Test ein Wert von $p=0,674$ angegeben. Der Mittelwert für den ML-NL-Winkel der fpNF-Patienten, die nur im 3. Ast betroffen sind, liegt bei 23,3 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe liegt bei 22,4 Grad. Die mittlere Differenz der Winkelwerte liegt bei 0,9 Grad.

Das Histogramm für die Patienten vom plexiformen Erkrankungstyp zeigt einen Verteilungsbereich von 12 Grad bis 36 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe einen Verteilungsbereich von 12,5 Grad bis 35 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 159 Ancova für nur 3. Ast nicht betroffener ML-NL-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,905
Geschlecht (PSex)	0,287
Alter (DpatAge)	0,149

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,905$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ML-NL-Winkel ($p=0,287$ bzw. $p=0,149$).

Das Ergebnis des Tests zeigt keinen signifikanten Unterschied für die nicht betroffene Seite im ML-NL-Winkel. Der Mittelwert ist nur leicht vergrößert, und somit kann aus den Tests zusammen keine Verlängerung des unteren Gesichts erkannt werden.

3.4.12 Vergleich der betroffenen Seite mit der nicht betroffenen Seite

Der nächste Teil der Ergebnisse zum ML-NL-Winkel soll sich mit dem Vergleich der betroffenen Seite mit der nicht betroffenen Seite von den Patienten beschäftigen. Nachdem schon die Unterschiede zur Kontrollgruppe getestet wurden, sollen nun auch die Ergebnisse des ML-NL-Winkels gegeneinander getestet werden.

3.4.13 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite für alle fpNF-Patienten

Zunächst werden alle NF1-Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom getestet, um zu sehen, ob man generell von einem Unterschied im ML-NL-Winkel ausgehen kann. Für den Test werden die Daten von 73 NF1-Patienten genommen.

Die Testergebnisse sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 160: Grundwerte der Gruppen (alle fpNF-Patienten betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	ML-NL-Winkel der betroffenen Seite	27,2941	73	6,80575
	ML-NL-Winkel der nicht betroffenen Seite	25,3918	73	7,13747

Tabelle 161: Korrelationsergebnisse für alle fpNF-Patienten (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	ML-NL-Winkel der betroffenen Seite und ML-NL-Winkel der nicht betroffenen Seite	73	0,912	0,000

Tabelle 162: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle fpNF betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	1,90233	2,94885	0,34514	1,21431	2,59035	0,000

Der Test ergibt einen p-Wert von $p = 0,000$. Die Mittelwerte liegen bei 27,3 Grad für die betroffene Seite und bei 25,4 Grad für die nicht betroffene Seite. Die Winkelwerte zeigen somit eine mittlere Differenz von 1,9 Grad.

Zu den Ergebnissen des Tests lässt sich sagen, dass es zu höchst signifikanten Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NL-Winkel kommt, wenn ein plexiformes Neurofibrom vorliegt.

3.4.14 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn alle drei Äste zugleich betroffen

Im nächsten gepaarten t-Test geht es um den intraindividuellen Vergleich des betroffenen ML-NL-Winkels und des nicht betroffenen ML-NL-Winkels, spezifiziert nach der Anzahl der betroffenen Nerv-Äste. Es soll gezeigt werden, ob es zu Unterschieden kommt, wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind. Hierfür stehen Daten für den doppelt ausgewerteten ML-NL-Winkel von 18 Patienten zur Verfügung.

Die Testergebnisse sind nachfolgend tabellarisch aufgeführt:

Tabelle 163: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	betroffene Seite	28,1628	18	6,94809
	nicht betroffene Seite	26,9489	18	7,58298

Tabelle 164: Korrelationsergebnisse für alle 3 Äste zugleich (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	18	0,953	0,000

Tabelle 165: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle 3 Äste betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
Paar betroffene Seite und nicht betroffene Seite	1,21389	2,31149	0,54482	0,06441	2,36336	0,040

Der durchgeführte Test zeigt einen p-Wert von $p=0,040$. Der Mittelwert für den betroffenen ML-NL-Winkel liegt bei 28,2 Grad, und der Mittelwert für den nicht betroffenen ML-NL-Winkel liegt bei 27 Grad. Die gemessenen Winkelwerte führen zu einer mittleren Differenz von 1,2 Grad.

Das Ergebnis des Tests zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NL-Winkel, wenn alle drei Äste des Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen sind.

3.4.15 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen

Im nächsten gepaarten t-Test wird intraindividuell die von einem Tumor betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite im ML-NL-Winkel verglichen. Es soll untersucht werden, ob es zwischen den doppelt ausgewerteten ML-NL-Winkeln zu signifikanten Veränderungen kommt. Die Anzahl der Patienten die intraindividuell untersucht werden, beläuft sich auf 38. Diese Patienten sind nur im 1. und/oder 2. Ast betroffen.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 166: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

	Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar betroffene Seite	26,6750	38	6,89991
nicht betroffene Seite	25,0171	38	7,27475

Tabelle 167: Korrelationsergebnisse für 1. und/oder 2. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

	N	Korrelation	Signifikanz
Paar betroffene Seite und nicht betroffene Seite	38	0,936	0,000

Tabelle 168: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

	Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
				Untere	Obere	
Paar betroffene Seite und nicht betroffene Seite	1,65789	2,56030	0,41534	0,81634	2,49944	0,000

Der Test zeigt einen p-Wert von $p=0,000$ für den Vergleich, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen ist. Die Mittelwerte liegen bei 26,7 Grad für die betroffene Seite und bei 25 Grad für die nicht betroffene Seite. Für die Werte ergibt sich somit eine mittlere Differenz von 1,7 Grad.

Der gepaarte t-Test ergibt mit höchster Signifikanz, dass es zu Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NL-Winkel kommt, wenn der 1. und/oder 2. Ast betroffen ist.

3.4.16 Gepaarter t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen und der nicht-Tumor-betroffenen Seite, wenn nur der 3. Ast betroffen

Als letzter gepaarter t-Test zum ML-NL-Winkel soll die betroffene Seite gegen die nicht betroffene Seite getestet werden, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Für den intraindividuellen Vergleich stehen die Daten von 9 Patienten zur Verfügung.

Der Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 169: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		Mittelwert	N	Standardabweichung
Paar	betroffene Seite	26,6867	9	6,46490
	nicht betroffene Seite	23,3089	9	6,32793

Tabelle 170: Korrelationsergebnisse für nur 3. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		N	Korrelation	Signifikanz
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	9	0,804	0,009

Tabelle 171: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel

		Gepaarte Differenzen					Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		
					Untere	Obere	
Paar	betroffene Seite und nicht betroffene Seite	3,37778	4,00536	1,33512	0,29899	6,45657	0,035

Der durchgeführte Test ergibt einen p-Wert von $p= 0,035$ für den Vergleich der betroffenen Seite mit der nicht betroffenen Seite. Die Mittelwerte liegen bei 26,7 Grad für die betroffene Seite und bei 23,3 Grad für die nicht betroffene Seite. Die Winkelwerte haben somit eine mittlere Differenz von 3,4 Grad.

Abschließend lässt sich zum Test sagen, dass es zu signifikanten Unterschieden zwischen dem betroffenen und dem nicht betroffenen ML-NL-Winkel kommt, wenn ein plexiformes Neurofibrom im 3. Ast vorliegt.

3.4.17 Abschließendes Fazit zum ML-NL-Winkel

Für den ML-NL-Winkel zunächst eine tabellarische Übersicht der Testergebnisse. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Testergebnisse der t-Tests der Gruppen mit der betroffenen und der nicht betroffenen Seite gegen die Kontrollgruppe.

Tabelle 172: Testergebnisse der t-Tests für den ML-NL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Betroffen	Nicht betroffen
Alle NF1	+	-
dNF	/	-
fpNF	+	-
3 Äste zugleich	+	+
1. und/oder 2. Ast	+	-
Nur 3. Ast	-	-

- Kein signifikanter Unterschied; + signifikanter Unterschied; / keine Unterscheidung in betroffen/nicht betroffen

Die Tabelle 172 zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in einer Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor. Die letzte Spalte der Tabelle 172 zeigt die Testergebnisse für die nicht betroffene Seite.

Die Testergebnisse für die gepaarten t-Tests werden nachfolgend zusammengefasst. Sie zeigen den intraindividuellen Vergleichen der betroffenen Seite mit der nicht betroffenen Seite.

Tabelle 173: Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den ML-NL-Winkel tabellarisch

Gruppe	Intraindividueller Unterschied
Alle fpNF-Patienten	+
Alle 3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite
+ signifikanter Unterschied zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite

Die Tests zeigen, dass es auf der betroffenen Seite zu signifikanten Veränderungen, auf der nicht betroffenen Seite nur wenn alle 3 Äste zugleich betroffen sind.

Ansonsten ist die nicht betroffene Seite auch nicht signifikant verändert. Diese Veränderung ist auf die Veränderung der Angulation der Mandibulalinie zurückzuführen. In den intraindividuellen Tests zwischen der betroffenen Seite und der nicht betroffenen Seite wird deutlich, dass die Seiten immer signifikant unterschiedlich sind.

3.5 Ergebnisse zum Index

Im folgenden Abschnitt werden die statistischen Ergebnisse für die vordere Gesichtshöhe, auch als Index bezeichnet, ausgewertet. Diese Werte drücken die Beziehung zwischen der mittleren und unteren Teilhöhe des Gesichtes aus. Der Index ist der Quotient aus der Strecke Nasion-Spina nasalis anterior und der Strecke Spina nasalis anterior-Menton und wird als Prozentzahl angegeben.

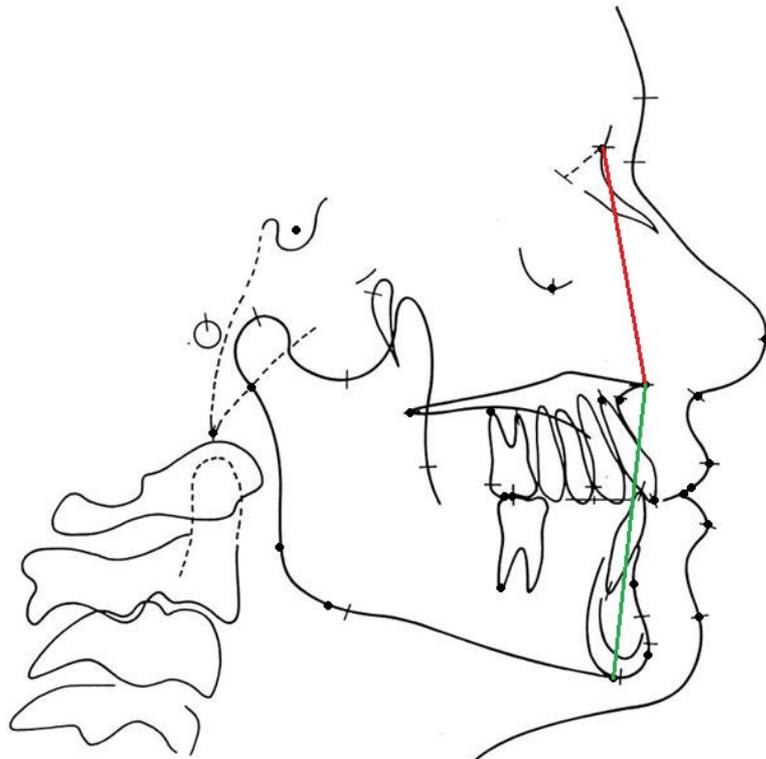


Abbildung 54: Graphische Darstellung des Index

3.5.1 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Bei dem ersten t-Test soll untersucht werden, ob sich die Gesichtshöhe bei allen NF1-Patienten gegenüber der Kontrollgruppe verändert. Für diesen t-Test werden 170 NF1-Patienten sowohl mit dem disseminierten NF1-Typ sowie mit dem plexiformen NF1-Typ zusammengenommen und mit 29 Personen der Kontrollgruppe verglichen.

Der t-Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 174: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Index	NF1	170	77,080	7,8569
	Kontrollgruppe	29	80,985	6,9876

Tabelle 175: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Index	Varianzen sind gleich	0,013	-3,9048	1,5549	-6,9712	-0,8384

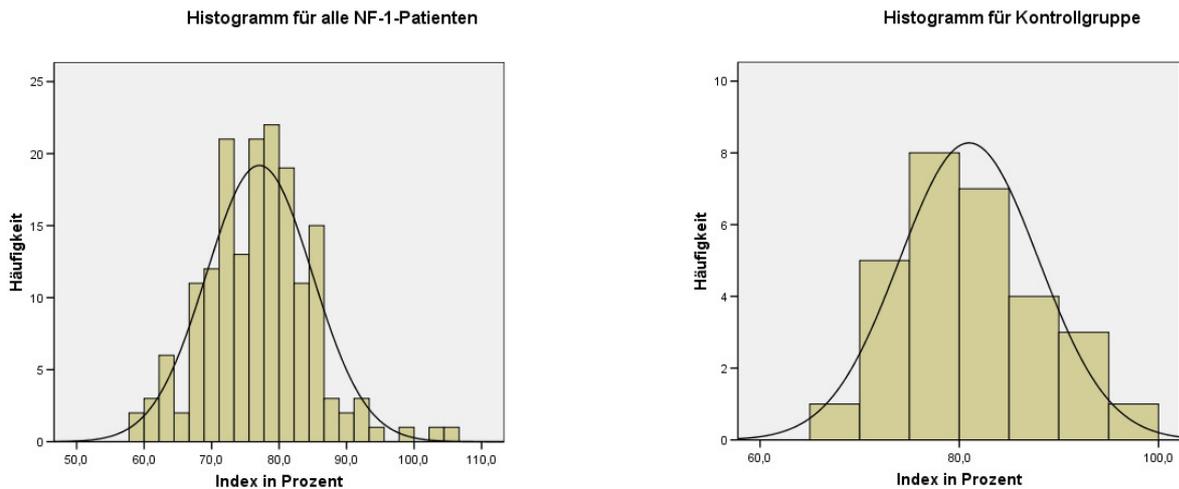


Abbildung 55: Histogramme der Index-Werte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Zahlen belegen, dass es im Index zu signifikanten Abweichungen zwischen allen NF1-Patienten und der Kontrollgruppe kommt. Der p-Wert ist $p=0,013$.

Auch anhand der Verteilung der Histogramme und der Mittelwerte der zu vergleichenden Gruppen sind diese Ergebnisse zu belegen. Die Mittelwerte von 77,1% für alle NF1-Patienten und 81% für die Kontrollgruppe zeigen somit eine Abweichung von etwa -4%.

Anhand der Histogramme lässt sich bei den NF1-Patienten eine größere Verteilung erkennen. Sie beginnt bei 58% und geht bis 106%. Bei der Kontrollgruppe ist die Verteilung auf einen kleineren Bereich beschränkt. Dieser Bereich erstreckt sich von 64% bis 100%.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 176 Ancova für alle NF1 Index

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,029
Geschlecht (PSEX)	0,545
Alter (DpatAge)	0,076

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,029$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den Index ($p=0,545$ bzw. $p=0,076$).

Der Index wird in drei Bereiche geteilt:

- O= Index < 71%
- N= 71% Index 89%
- T= Index > 89%

Sowohl der Mittelwert für die Kontrollgruppe als auch der Mittelwert für alle NF1-Patienten liegt damit im Bereich von N. Ausgewogene Proportionen liegen bei ca.80% vor.

Die Abweichungen sind signifikant, lassen aber nicht zuordnen, an welchem Teil der vorderen Gesichtshöhe es zu den Abweichungen kommt.

3.5.2 t-Test: Vergleich zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der folgende t-Test vergleicht die Patienten vom disseminierten NF1-Typ mit der Kontrollgruppe. Die Patienten vom disseminierten Typ sind 95 und die Kontrollgruppe besteht aus 29 Probanden.

Die Testergebnisse sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 177: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Index	dNF	95	76,493	8,5051
	Kontrollgruppe	29	80,985	6,9876

Tabelle 178: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Index	Varianzen sind gleich	0,011	-4,4921	1,7358	-7,9283	-1,0559

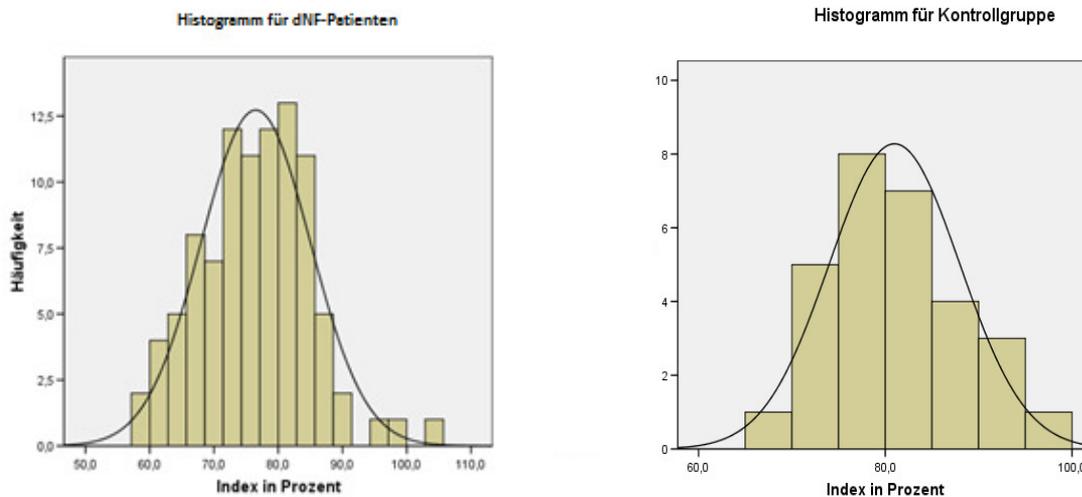


Abbildung 56: Histogramme der Index-Werte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Zahlen belegen, dass es im Index zu signifikanten Abweichungen zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe kommt. Der p-Wert ist mit $p=0,011$ angegeben.

Auch anhand der Verteilung der Histogramme und der Mittelwerte der zu vergleichenden Strecken sind diese Ergebnisse zu belegen. Die Mittelwerte von 76,5% für die NF1-Patienten vom disseminierten Typ und 81% für die Kontrollgruppe zeigen somit eine Abweichung von etwa -4,5%.

Die Histogramme zeigen für die Verteilung einen Bereich von 58% bis 104% für die dNF-Patienten und für die Kontrollgruppe einen Bereich von 64% bis 100%.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 179 Ancova für dNF Index

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,026
Geschlecht (PSex)	0,648
Alter (DpatAge)	0,252

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,026$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den Index ($p=0,648$ bzw. $p=0,252$).

3.5.3 t-Test: Vergleich zwischen den Patienten mit fpNF und der Kontrollgruppe

Im folgenden t-Test werden Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe im Index verglichen. Die Kontrollgruppe besteht aus 29 und die Gruppe der Patienten vom plexiformen Typ sind 72, was alle Ausprägungskombinationen einschließt.

Der t-Test ergab die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 180: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Index	fpNF	72	77,658	6,9912
	Kontrollgruppe	29	80,985	6,9876

Tabelle 181: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Index	Varianzen sind gleich	0,033	-3,3270	1,5374	-6,3776	-0,2765

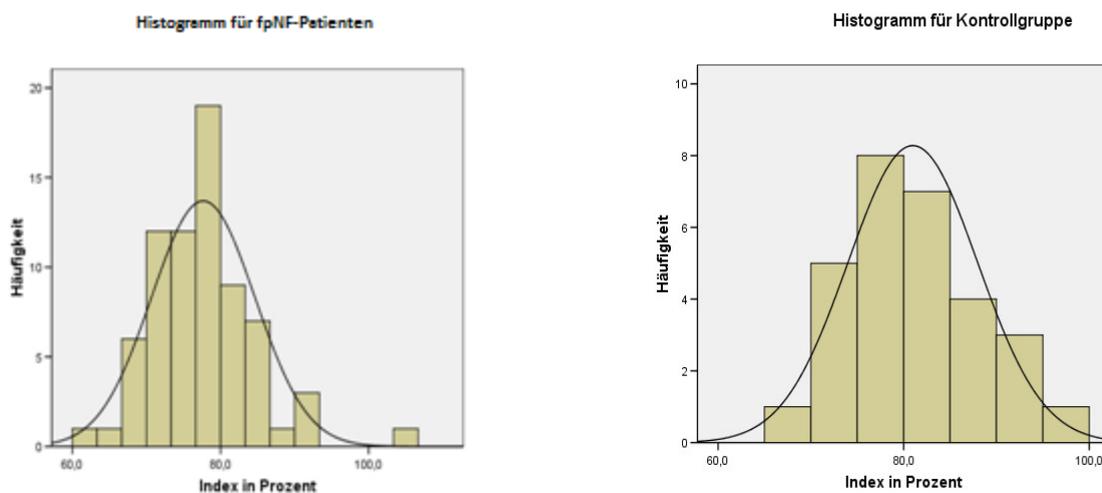


Abbildung 57: Histogramme der Index-Werte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Zahlen zeigen, dass es im Index zu signifikanten Abweichungen zwischen den NF1-Patienten mit plexiformem Tumor und der Kontrollgruppe kommt. Der p-Wert ist 0,033.

Auch anhand der Verteilung der Histogramme und der Mittelwerte der zu vergleichenden Gruppen sind diese Ergebnisse zu belegen. Die Mittelwerte von 77,7% für die plexiformen NF1-Patienten und 81% für die Kontrollgruppe zeigen somit eine Abweichung von etwa -3,3%.

Die Histogramme zeigen für die Werteverteilung einen Bereich von 60% bis 104% für die Patienten vom plexiformen Krankheitstyp und einen Bereich von 64% bis 100% für die Kontrollgruppe.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 182 Ancova für fpNF Index

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,043
Geschlecht (PSEX)	0,168
Alter (DpatAge)	0,066

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,043$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den Index ($p=0,168$ bzw. $p=0,066$).

3.5.4 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe mit Tumor in allen 3 Ästen und der Kontrollgruppe

Im folgenden t-Test werden die Patienten mit der stärksten Ausprägung, nämlich dass alle drei Äste zugleich betroffen sind, mit der Kontrollgruppe verglichen. Die Anzahl der Patienten, bei denen alle 3 Äste des Nervus trigeminus betroffen sind, beläuft sich auf 18, und diese werden mit der Kontrollgruppe verglichen.

Für den t-Test ergaben sich folgende Ergebnisse:

Tabelle 183: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Index

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Index alle 3 Äste betroffen	18	75,931	6,0932
Kontrollgruppe	29	80,985	6,9876

Tabelle 184: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Index

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Index	Varianzen sind gleich	0,015	-5,0537	1,9996	-9,0811	-1,0263

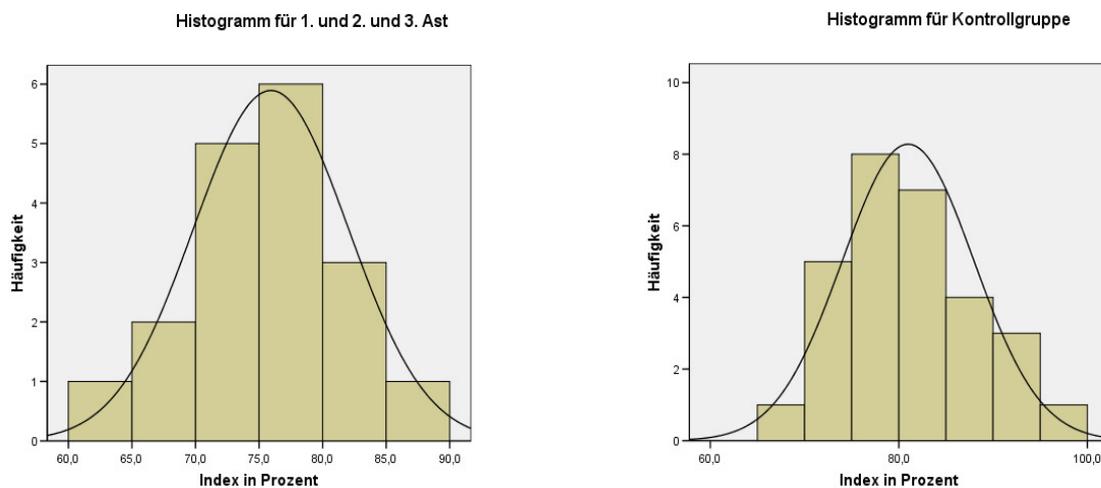


Abbildung 58: Histogramme der Index-Werte der Patienten mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe

Die Zahlen zeigen, dass es im Index zu signifikanten Abweichungen zwischen den fpNF-Patienten, die in allen drei Ästen betroffen sind, und der Kontrollgruppe kommt. Der p-Wert wird mit $p=0,015$ angegeben.

Auch anhand der Verteilung der Histogramme und der Mittelwerte der zu vergleichenden Gruppen sind diese Ergebnisse zu belegen. Die Mittelwerte von 75,9% für die NF1-Patienten vom plexiformen Tumortyp in allen drei Ästen und 81% für die Kontrollgruppe zeigen somit eine Abweichung von etwa 5,1%.

Die Histogramme zeigen für die Verteilung der Werte einen Bereich von 60% bis 90%, hingegen für die Kontrollgruppe einen Bereich von 64% bis 100%.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 185 Ancova für alle 3 Äste betroffen Index

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,036
Geschlecht (PSex)	0,841
Alter (DpatAge)	0,133

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,036$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den Index ($p=0,841$ bzw. $p=0,133$).

3.5.5 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Die folgenden Ergebnisse sind die des t-Tests, bei dem die Varianten 1. und 2. Ast betroffen, aber auch nur 1. Ast betroffen und nur 2. Ast betroffen zusammengefasst werden, und gegen die Kontrollgruppe getestet werden.

Die Kontrollgruppe besteht weiterhin aus 29 Probanden. Ihr gegenüber stehen 38 Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im 1. und 2. Ast oder nur im 1. oder nur im 2. Ast.

Die Testergebnisse sind nachfolgend aufgeführt:

Tabelle 186: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Index	1. und/oder 2. Ast	38	77,880	7,8935
	Kontrollgruppe	29	80,985	6,9876

Tabelle 187 Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Index	Varianzen sind gleich	0,099	-3,1046	1,8534	-6,8061	0,5970

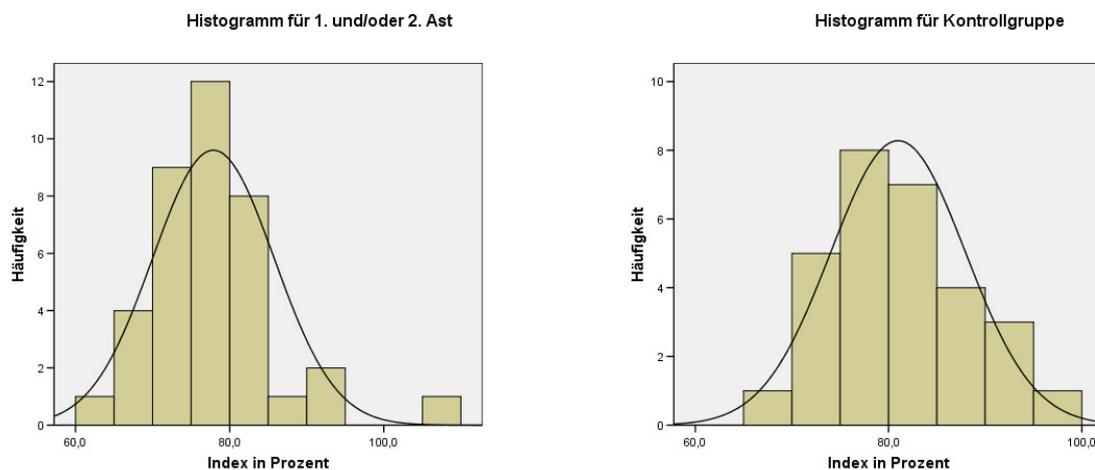


Abbildung 59: Histogramme der Index-Werte der Patienten mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der t-Test zeigt, dass es zu keinem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe kommt, wenn 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind. Der p-Wert zeigt eine Signifikanz von $p=0,099$.

Auch die Histogramme und die Mittelwerte der zu vergleichenden Gruppen zeigen dieses Ergebnis. Der Mittelwert der Patienten liegt bei 77,9% und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 81%. Die Abweichung liegt somit bei etwa 3,1%.

Die Histogramme zeigen für die Verteilung bei 1. und/oder 2. Ast betroffen einen Bereich von 60% bis 106%, hingegen für die Kontrollgruppe einen Bereich von 64% bis 100%.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 188 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffen Index

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,110
Geschlecht (PSEX)	0,204
Alter (DpatAge)	0,145

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,110$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den Index ($p=0,204$ bzw. $p=0,145$).

3.5.6 t-Test: Vergleich zwischen der Patientengruppe mit fpNF nur im 3. Ast betroffen und der Kontrollgruppe

Der folgende t-Test soll zeigen, ob es zu signifikanten Unterschieden kommt, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Die Gruppe der Patienten, die nur im 3. Ast mit einem plexiformen Neurofibrom betroffen sind, beläuft sich auf 9, und diese werden mit der Kontrollgruppe, die aus 29 Probanden besteht, verglichen.

Der t-Test ergab die nachstehenden Ergebnisse:

Tabelle 189: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
Index nur 3. Ast	9	78,437	4,4987
Kontrollgruppe	29	80,985	6,9876

Tabelle 190: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Index	Varianzen sind gleich	0,312	-2,5482	2,4868	-7,5915	2,4952

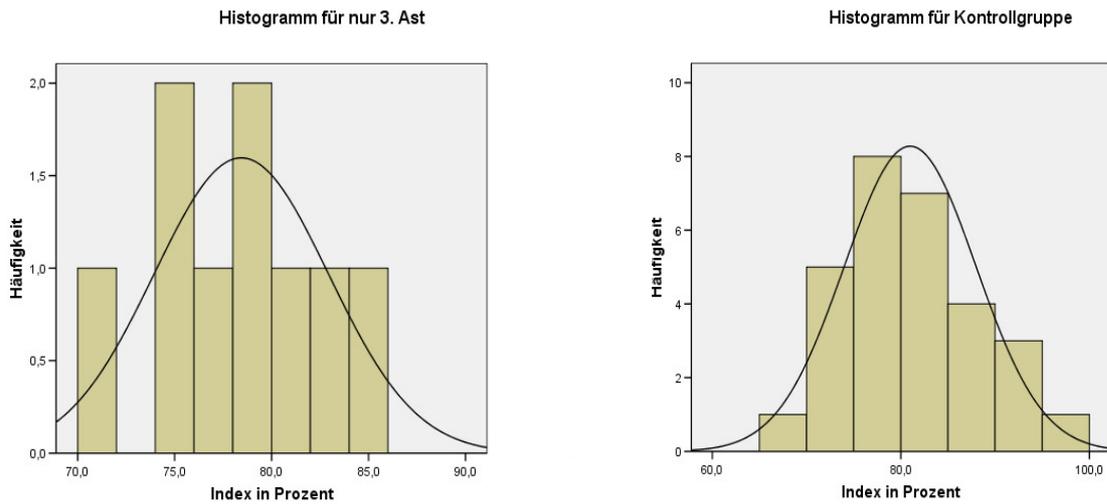


Abbildung 60: Histogramme für die Index-Werte der Patienten mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Der t-Test zeigt, dass es zu keinem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe kommt, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Der p-Wert zeigt eine Signifikanz von $p=0,312$.

Auch die Histogramme und die Mittelwerte der zu vergleichenden Gruppen zeigen dieses Ergebnis. Der Mittelwert der Patienten mit einem fpNF nur im 3. Ast liegt bei 78,4% und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 81%. Die mittlere Abweichung liegt somit bei etwa -2,6%.

Das Histogramm zeigt für die Verteilung der Werte der Patienten, die nur den 3. Ast betroffen haben, einen Bereich von 70% bis 86%, hingegen das Histogramm für die Kontrollgruppe einen Wertebereich von 64% bis 100%.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 191 Ancova für nur 3. Ast betroffen Index

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,394
Geschlecht (PSEX)	0,822
Alter (DpatAge)	0,504

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,394$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den Index ($p=0,822$ bzw. $p=0,504$).

3.5.7 Abschließendes Fazit zum Index

Die Testergebnisse zum Index werden nachfolgend tabellarisch zusammengefasst. Hierbei werden die Unterschiede der Gruppen zur Kontrollgruppe deutlich.

Tabelle 192: Testergebnisse der t-Tests für den Index tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	+
dNF	+
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	-
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Der Index zeigt für die unterschiedlichen Gruppen auch unterschiedliche Ergebnisse. So ist der Index bei Patienten vom disseminierten Typ und auch vom plexiformen Typ signifikant verändert. Hingegen haben die Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus oder die Patienten die im 1. und/oder 2. Ast betroffen sind, keinen signifikanten Unterschied. Die Patienten, die einen Tumor in allen drei Ästen des Nervus trigeminus zugleich aufweisen, zeigen auch eine hohe Signifikanz für Veränderungen im Index auf.

3.6 Ergebnisse zum SNA-Winkel

Der SNA-Winkel drückt die anteriore-posteriore Position des A-Punktes zur anterioren Schädelbasis aus, die durch die Nasion-Sella-Linie angegeben wird. Klinisch bezeichnet der Winkel die sagittale Position der Maxilla.

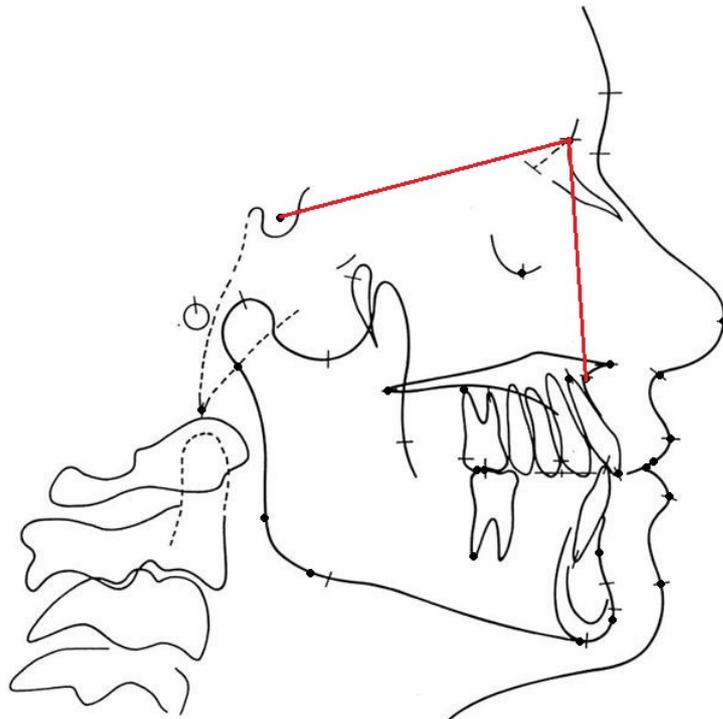


Abbildung 61: Graphische Darstellung des SNA-Winkel

3.6.1 t-Test: Vergleich zwischen der Tumor-betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Im ersten t-Test zu diesem Winkel werden alle Patienten mit fpNF oder disseminierter Form der Neurofibromatose zusammengefasst und mit der Kontrollgruppe verglichen. Die Anzahl aller NF1-Patienten liegt für den SNA-Winkel bei 170. Die Kontrollgruppe ist mit 29 Probanden vertreten.

In den folgenden Tabellen sind die Testergebnisse gezeigt:

Tabelle 193: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNA NF1-Patienten	170	81,5815	4,97653
Kontrollgruppe	29	82,1131	4,31840

Tabelle 194: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNA	Varianzen sind gleich	0,589	-0,53163	0,98213	-2,46847	1,40521

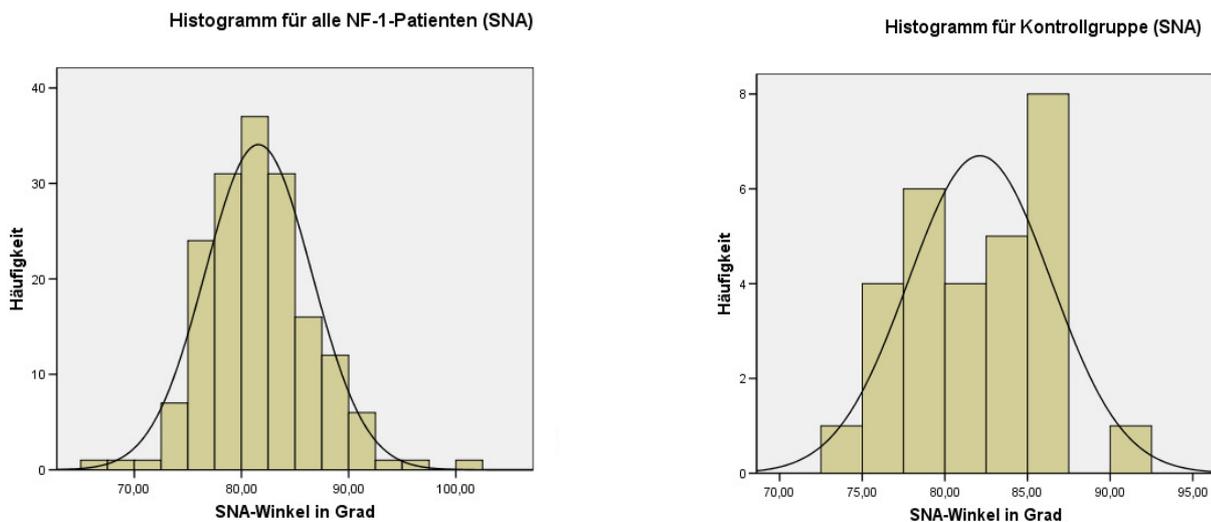


Abbildung 62: Histogramme für die SNA-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Das Ergebnis zeigt keine signifikante Abweichung im SNA-Winkel zur Kontrollgruppe. Der p-Wert für diesen Test lautet $p=0,589$. Histogramme und Mittelwerte zeigen dieselben Ergebnisse. Der Mittelwert für den SNA-Winkel bei den NF1-Patienten liegt bei 81,6 Grad, und der Mittelwert des SNA-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 82,1 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von -0,5 Grad.

Das Histogramm für den SNA-Winkel bei allen NF1-Patienten zusammen zeigt einen Bereich von 66 Grad bis 102 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 72 Grad bis 92 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 195 Ancova für alle NF1 SNA-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,541
Geschlecht (PSex)	0,810
Alter (DpatAge)	0,432

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,541$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNA-Winkel ($p=0,810$ bzw. $p=0,432$).

Es lässt sich also keine signifikante Verlagerung der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis feststellen.

3.6.2 t-Test: Vergleich zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der nun folgende t-Test soll untersuchen, ob signifikante Unterschiede bei dNF-Patienten im SNA-Winkel zu der Kontrollgruppe vorhanden sind.

Der SNA-Winkel konnte bei 96 dNF-Patienten gemessen werden und bei 29 Probanden der Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 196: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

Gruppen		N	Mittelwert	Standardabweichung
SNA	dNF	96	81,5303	4,56376
	Kontrollgruppe	29	82,1131	4,31840

Tabelle 197: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNA	Varianzen sind gleich	0,543	-0,58279	0,95545	-2,47405	1,30847

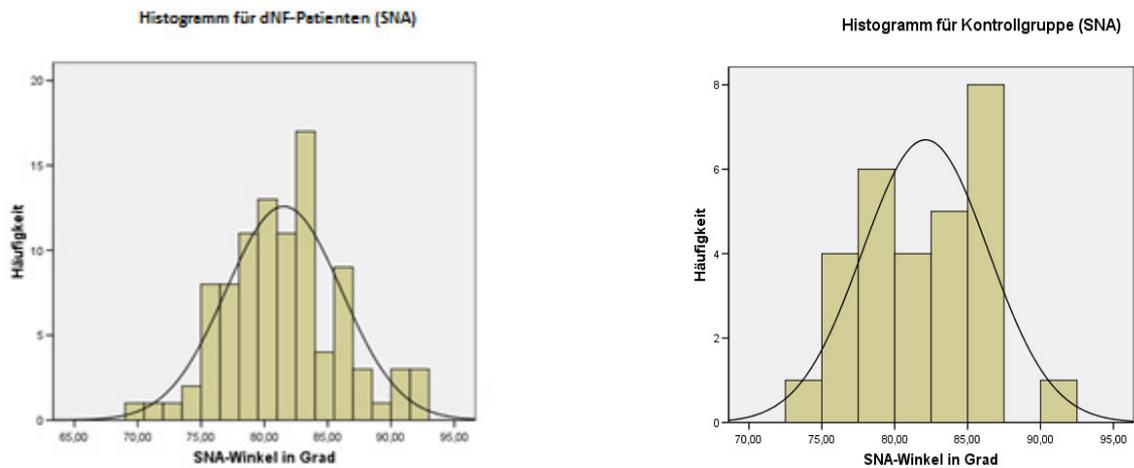


Abbildung 63: Histogramme für die SNA-Winkelwerte der dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse zeigen für den SNA-Winkel mit einem p-Wert von $p=0,543$ keine signifikanten Abweichungen zur Kontrollgruppe. Der Mittelwert für den SNA-Winkel bei den NF1-Patienten mit dNF liegt bei 81,5 Grad, und der Mittelwert des SNA-Winkels der Kontrollgruppe, liegt bei 82,1 Grad. Das ergibt eine mittlere Differenz von -0,6 Grad.

Das Histogramm für den SNA-Winkel bei NF1-Patienten mit dNF zeigt einen Bereich von 69 Grad bis 93 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 72 Grad bis 92 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 198 Ancova für alle dNF SNA-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,817
Geschlecht (PSex)	0,239
Alter (DpatAge)	0,536

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,817$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNA-Winkel ($p=0,239$ bzw. $p=0,536$).

Auch hier lässt sich also keine signifikante Verlagerung der Maxilla, in Relation zur vorderen Schädelbasis feststellen.

3.6.3 t-Test: Vergleich zwischen den fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

In dem nächsten t-Test, der durchgeführt wurde, sollen die Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im Nervus trigeminus einer Seite mit der Kontrollgruppe im SNA-Winkel verglichen werden. Es wird keine weitere Einteilung vorgenommen. Für die Gruppe muss nur ein fpNF im Nervus trigeminus vorliegen. Der SNA-Winkel wurde an 71 Patienten untersucht, und diese Werte werden mit den Werten der Kontrollgruppe von 29 Probanden verglichen.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen angezeigt:

Tabelle 199: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNA fpNF	71	81,6963	5,60339
Kontrollgruppe	29	82,1131	4,31840

Tabelle 200: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNA	Varianzen sind gleich	0,720	-0,41677	1,16103	-2,72080	1,88727

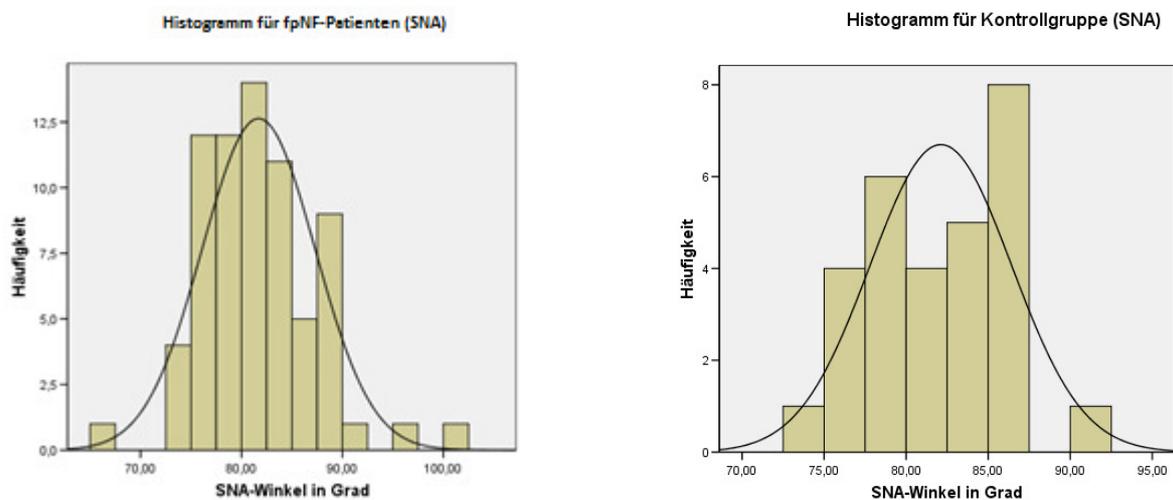


Abbildung 64: Histogramme für die SNA-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse des t-Tests zeigen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit fpNF und der Kontrollgruppe im SNA-Winkel. Für den SNA-Winkel ergab sich keine Signifikanz mit einem p-Wert von $p=0,720$. Der Mittelwert für den SNA-Winkel bei den NF1-Patienten mit fpNF liegt bei 81,7 Grad, und der Mittelwert des SNA-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 82,1 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von -0,4 Grad.

Das Histogramm für den SNA-Winkel bei NF1-Patienten mit fpNF zeigt einen Bereich von 66 Grad bis 102 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 72 Grad bis 92 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 201 Ancova für alle fpNF betroffenen SNA-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,628
Geschlecht (PSex)	0,305
Alter (DpatAge)	0,023

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,628$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den SNA-Winkel ($p=0,305$). Das Alter hingegen hat einen signifikanten Einfluss ($p=0,023$).

Trotz des Befundes eines fpNF tritt hier keine signifikante Verlagerung der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis auf.

3.6.4 t-Test: Vergleich zwischen den fpNF-Patienten, wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht alle Patienten mit fpNF in allen drei Ästen des Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe. Für den SNA-Winkel liegen Ergebnisse von 17 Patienten vor, und diese werden mit den Ergebnissen der 29 Probanden der Kontrollgruppe verglichen.

Die Ergebnisse zeigen die nachstehenden Tabellen:

Tabelle 202: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNA Alle 3 Äste	17	81,0959	5,12475
Kontrollgruppe	29	82,1131	4,31840

Tabelle 203: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNA	Varianzen sind gleich	0,476	-1,01722	1,41364	-3,86623	1,83179

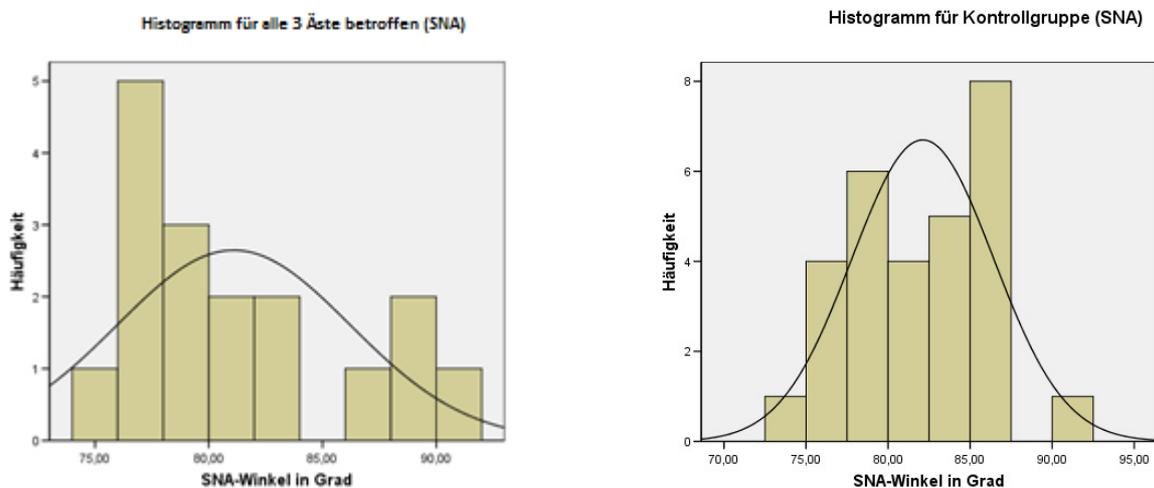


Abbildung 65: Histogramme für die SNA-Winkelwerte der Patienten mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe

Das Ergebnis des Tests für den SNA-Winkel zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den NF1-Patienten mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe. Der p-Wert ist $p=0,476$. Der Mittelwert für den SNA-Winkel liegt bei den Patienten bei 81,1 Grad, und der Mittelwert des SNA-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 82,1 Grad. Das ergibt eine mittlere Differenz von -1 Grad.

Das Histogramm für den SNA-Winkel bei NF1-Patienten mit Tumoren des plexiformen Typs zeigt einen Bereich von 74 Grad bis 91 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 72 Grad bis 92 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 204 Ancova für alle 3 Äste betroffenen SNA-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,538
Geschlecht (PSex)	0,602
Alter (DpatAge)	0,951

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,538$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNA-Winkel ($p=0,602$ bzw. $p=0,951$).

Der Test zeigt wie die Tests zuvor keine Verlagerung der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis.

3.6.5 t-Test: Vergleich zwischen den Patienten mit Tumor im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht alle NF1-Patienten mit einem fpNF im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe. Die Anzahl der Probanden der Kontrollgruppe ist 29, und die Anzahl der NF1-Patienten liegt bei 38.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen und Grafiken angezeigt:

Tabelle 205: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNA	1. und/oder 2. Ast	38	82,3861	5,89857
	Kontrollgruppe	29	82,1131	4,31840

Tabelle 206: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
SNA	Varianzen sind gleich	0,834	0,27295	1,30098	-2,32528	2,87118

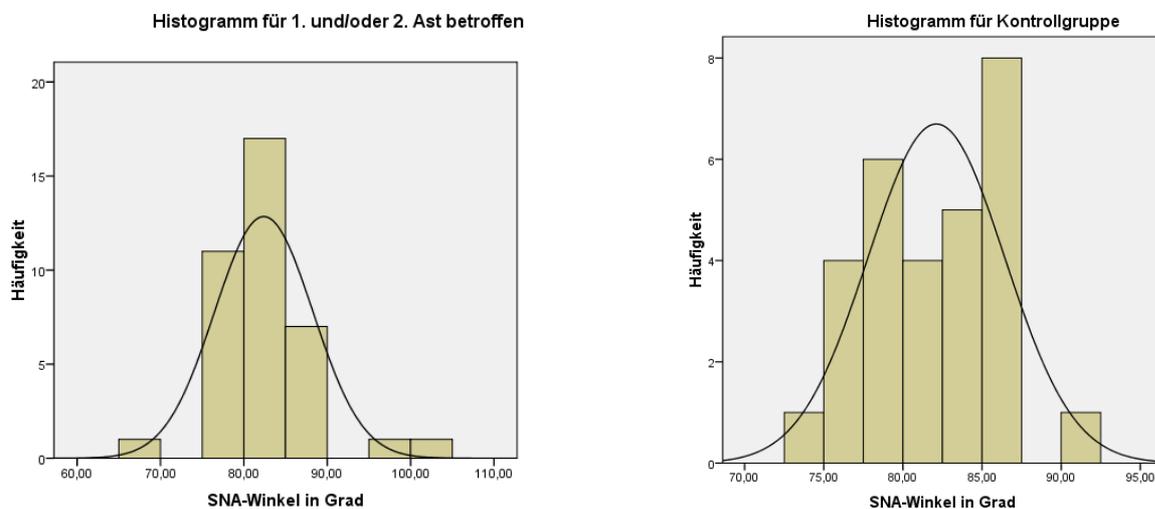


Abbildung 66: Histogramme der SNA-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe

Das Testergebnis zeigt keinen signifikanten Unterschied für den SNA-Winkel. Der p-Wert für den SNA-Winkel ist $p=0,834$. Der Mittelwert für den SNA-Winkel liegt bei dieser Patientengruppe bei 82,4 Grad und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 82,1 Grad. Dies führt zu einer mittleren Differenz von 0,3 Grad.

Im Histogramm für die Patienten mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus ist eine Werteverteilung von 65 Grad bis 105 Grad zu sehen und im Histogramm für die Kontrollgruppe eine Werteverteilung von 72,5 Grad bis 92,5 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 207 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffenen SNA-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,832
Geschlecht (PSEX)	0,712
Alter (DpatAge)	0,002

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,832$). Das Geschlecht hat keinen signifikanten Einfluss auf den SNA-Winkel, das Alter indes hat einen signifikanten Einfluss ($p=0,712$ bzw. $p=0,002$).

Trotz des Befundes eines fpNF tritt hier keine signifikante Verlagerung der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis auf.

3.6.6 t-Test: Vergleich zwischen der Patientengruppe mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test soll untersucht werden, ob es im SNA-Winkel zu Veränderungen kommt, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus mit einem fpNF betroffen ist. Die Untersuchungsergebnisse der Patienten werden gegen die Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl an Patienten mit einem fpNF nur im 3. Ast beläuft sich auf 9 Patienten. Die Kontrollgruppe hat eine Anzahl von 29 Probanden.

Die Testergebnisse werden in den folgenden Tabellen angezeigt:

Tabelle 208: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNA	nur 3. Ast	9	81,7000	5,91158
	Kontrollgruppe	29	82,1131	4,31840

Tabelle 209: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNA	Varianzen sind gleich	0,820	-0,41310	1,80068	-4,06504	3,23883

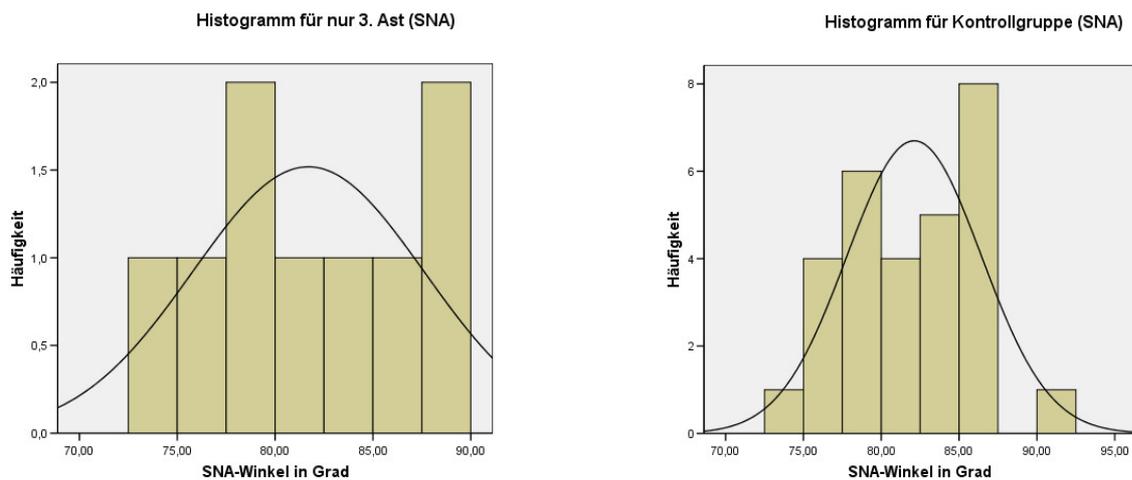


Abbildung 67: Histogramme für die SNA-Winkelwerte für Patienten mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Der t-Test zeigt für den SNA-Winkel keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Der p-Wert für diese Patientengruppe lautet $p=0,820$. Für die NF1-Patienten mit einem fpNF im 3. Ast des Nervus trigeminus ergab sich ein Mittelwert von 81,7 Grad für den SNA-Winkel, und für die Kontrollgruppe ergab sich ein Mittelwert von 82,1 Grad. Dies bedeutet eine mittlere Abweichung von -0,4 Grad.

Das Histogramm für den SNA-Winkel bei NF1-Patientengruppe zeigt einen Bereich von 72,5 Grad bis 90 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 72 Grad bis 92 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 210 Ancova für nur im 3. Ast betroffenen SNA-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,764
Geschlecht (PSex)	0,907
Alter (DpatAge)	0,654

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied auch nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,764$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNA-Winkel ($p=0,907$ bzw. $p=0,654$).

Es lässt sich also keine signifikante Verlagerung der Maxilla in Relation zur vorderen Schädelbasis feststellen, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist.

3.6.7 Abschließendes Fazit zum SNA-Winkel

Für den SNA-Winkel ergeben sich die folgend tabellarisch zusammengefassten Ergebnisse. Es wird jeweils der Unterschied der Gruppen zu der Kontrollgruppe herausgearbeitet:

Tabelle 211: Testergebnisse der t-Tests für den SNA-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-
dNF	-
fpNF	-
3 Äste zugleich	-
1.und/oder 2. Ast	-
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe
- + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Da es bei allen durchgeführten Tests zu keinem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe kommt, ist von keiner skelettalen Beeinflussung des SNA-Winkels auszugehen. Die Maxilla ist somit in Bezug zur vorderen Schädelbasis als normal

lokalisiert anzusehen. Sowohl die Patienten mit dNF und auch die Patienten mit fpNF sind als normal anzusehen.

3.7 Ergebnisse zum SNB-Winkel

Der folgende Abschnitt der Ergebnisse behandelt den SNB-Winkel, der in der sagittalen Ebene die Lage der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis ausdrückt. Der Winkel wird zwischen der Sella-Nasion-Linie und der Nasion-B-Punkt-Linie gemessen.

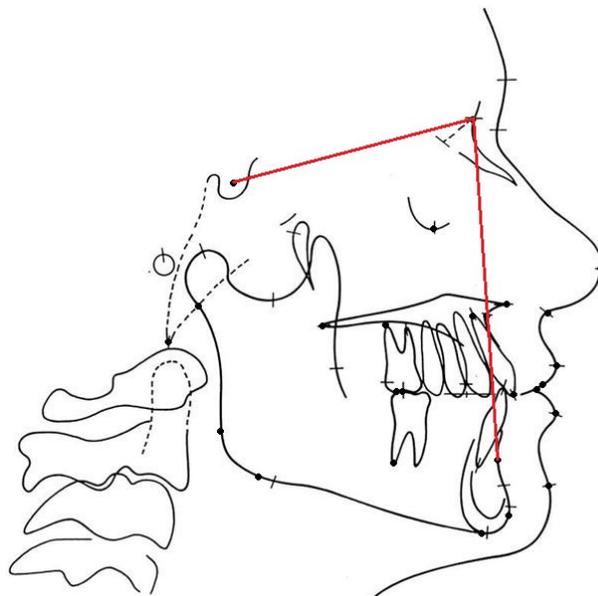


Abbildung 68: Graphische Darstellung des SNB-Winkel

3.7.1 t-Test: Vergleich zwischen allen NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Im ersten t-Test zum SNB-Winkel werden alle Patienten, die an Neurofibromatose leiden, zusammengefasst und mit der Kontrollgruppe verglichen. Die Patientengruppe besteht somit aus Patienten mit fpNF und aus Patienten mit dNF. Für diese Gruppe standen 171 Patienten zur Verfügung und für die Kontrollgruppe 29 Probanden.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen zu sehen:

Tabelle 212: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNB NF1-Patienten	171	78,0774	4,90246
Kontrollgruppe	29	79,8721	3,65395

Tabelle 213: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNB	Varianzen sind gleich	0,061	-1,79470	0,95309	-3,67422	0,08482

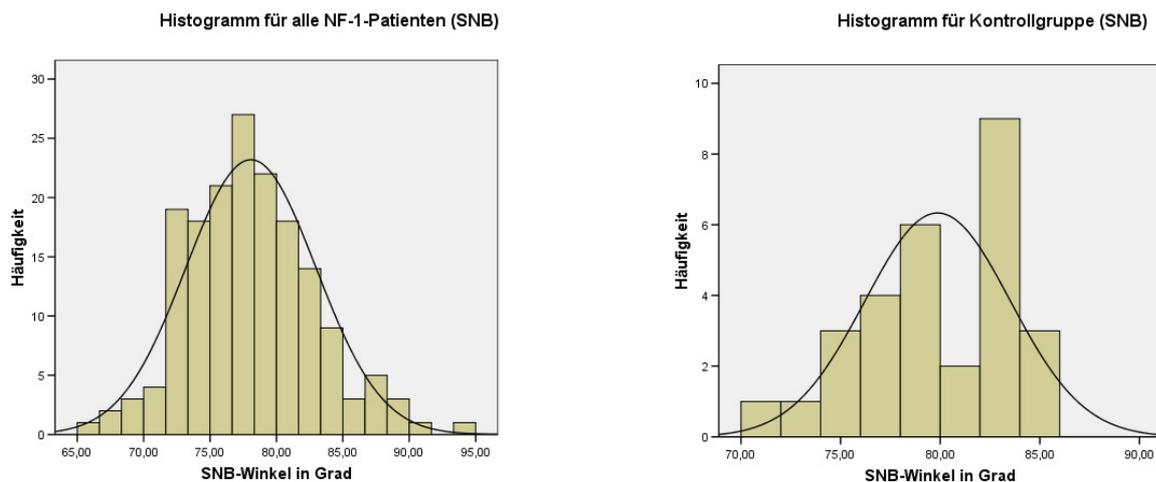


Abbildung 69: Histogramme für die SNB-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse zeigen keine signifikanten Abweichungen für den SNB-Winkel zur Kontrollgruppe. Der p-Wert für den SNB-Winkel lautet $p=0,061$. Der Mittelwert für den SNB-Winkel bei den NF1-Patienten liegt bei 78,1 Grad, und der Mittelwert des SNB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 79,9 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von -1,8 Grad.

Das Histogramm der NF1-Patienten für den SNB-Winkel zeigt einen Bereich von 65 Grad bis 95 Grad an. Das der Kontrollgruppe von 70 Grad bis 86 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 214 Ancova für alle NF1 betroffenen SNB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,013
Geschlecht (PSEX)	0,744
Alter (DpatAge)	0,000

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,013$). Das Geschlecht hat hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den SNB-Winkel ($p=0,744$). Das Alter hingegen nimmt eine höchst signifikante Rolle ein ($p=0,000$).

Das Testergebnis zeigt nach einer Bereinigung für Alter und Geschlecht eine signifikante Lage Änderung der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis

3.7.2 t-Test: Vergleich zwischen den dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Der nun folgende t-Test soll untersuchen, ob signifikante Unterschiede bei Patienten mit dNF im SNB-Winkel auftreten. Hierfür werden sie mit der Kontrollgruppe verglichen. Der SNB-Winkel wurde bei 95 Patienten gemessen, und für die Kontrollgruppe wurde der SNB-Winkel bei 29 Probanden gemessen.

Die Ergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 215: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNB dNF	95	78,9912	4,60876
Kontrollgruppe	29	79,8721	3,65395

Tabelle 216: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNB	Varianzen sind gleich	0,348	-0,88091	0,93516	-2,73216	0,97033

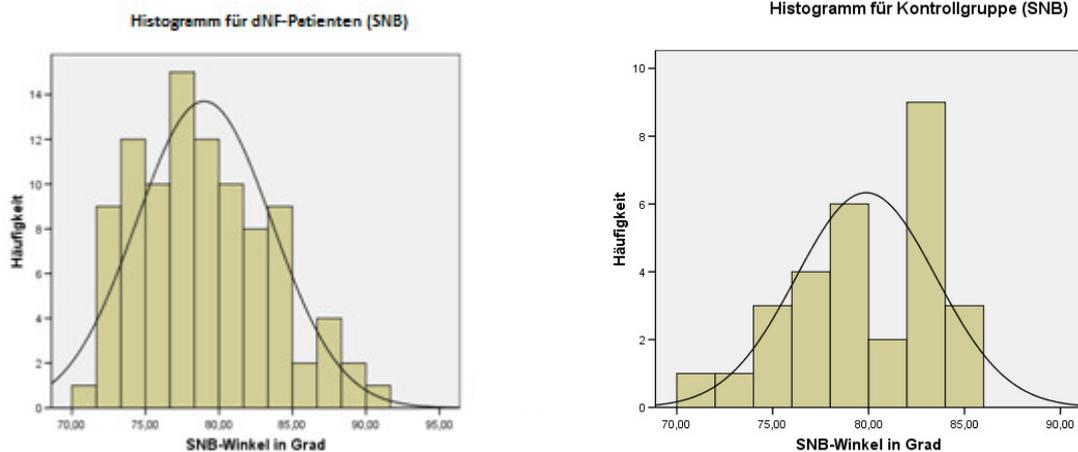


Abbildung 70: Histogramme der SNB-Winkelwerte für alle dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse zeigen für den SNB-Winkel keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe. Der p-Wert für den SNB-Winkel lautet $p=0,348$. Der Mittelwert für den SNB-Winkel bei den NF1-Patienten mit dNF liegt bei 79 Grad, und der Mittelwert des SNB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 79,9 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von -0,9 Grad.

Das Histogramm der NF1-Patienten für den SNB-Winkel zeigt einen Bereich von 70 Grad bis 92 Grad an. Das der Kontrollgruppe von 70 Grad bis 86 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 217 Ancova für alle dNF betroffenen SNB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,200
Geschlecht (PSex)	0,627
Alter (DpatAge)	0,081

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,200$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNB-Winkel ($p=0,627$ bzw. $p=0,081$).

Die Mandibula zeigt keine veränderte Lage in Relation zur vorderen Schädelbasis.

3.7.3 t-Test: Vergleich zwischen den fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

In diesem t-Test sollen die Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im Nervus trigeminus einer Seite mit der Kontrollgruppe verglichen werden. Hier wird nicht weiter in die Äste des Nervus trigeminus unterteilt. Der SNB-Winkel wird an 73 Patienten untersucht und mit der Kontrollgruppe von 29 Probanden verglichen.

Die Ergebnisse zu diesem Test stehen in den folgenden Tabellen:

Tabelle 218: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNB fpNF	73	76,9107	5,14657
Kontrollgruppe	29	79,8721	3,65395

Tabelle 219: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNB	Varianzen sind gleich	0,006	-2,96138	1,04832	-5,04122	-0,88154

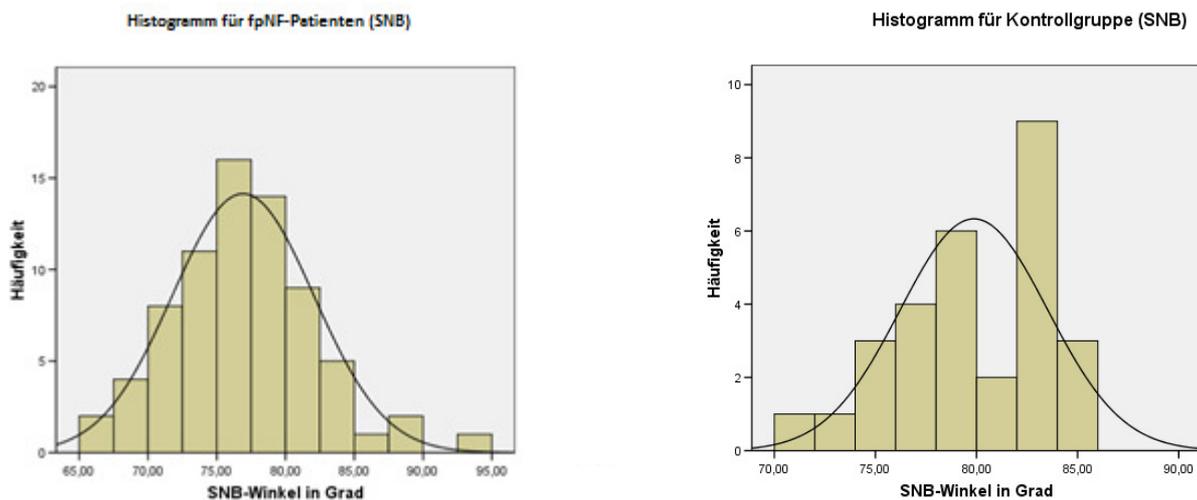


Abbildung 71: Histogramme der SNB-Winkelwerte für alle fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse des t-Tests zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit fpNF und der Kontrollgruppe im SNB-Winkel. Der p-Wert ergab für den SNB-Winkel einen Wert von $p=0,006$. Der Mittelwert des SNB-Winkels liegt bei den Patienten mit fpNF bei 76,9 Grad und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 79,9 Grad, was eine mittlere Abweichung von -3 Grad ergibt.

Das Histogramm zeigt einen Bereich von 65 Grad bis 95 Grad für die untersuchten Patienten. Die Werte der Kontrollgruppe befinden sich in einem Wertebereich von 70 Grad bis 86 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 220 Ancova für alle fpNF betroffenen SNB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,002
Geschlecht (PSEX)	0,428
Alter (DpatAge)	0,000

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,002$). Das Geschlecht hat hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den SNB-Winkel ($p=0,428$). Das Alter hingegen nimmt eine höchst signifikante Rolle ein ($p=0,000$).

Aus dem Ergebnis des Tests ist zu sehen, dass es zu signifikanten Veränderung in der Lage der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis kommt, wenn bei NF1-Patienten ein fpNF vorliegt, was aber auch durch das Alter beeinflusst wird.

3.7.4 t-Test: Vergleich zwischen den Patienten, bei denen alle drei Äste betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht alle Patienten mit einem fpNF in allen drei Ästen des Nervus trigeminus einer Seite mit der Kontrollgruppe. Für den SNB-Winkel liegen Ergebnisse von 18 Patienten und für die Kontrollgruppe von 29 Probanden vor.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen zu sehen:

Tabelle 221: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNB Alle 3 Äste	18	76,2944	4,76907
Kontrollgruppe	29	79,8721	3,65395

Tabelle 222: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNB	Varianzen sind gleich	0,006	-3,57762	1,23354	-6,06210	-1,09315

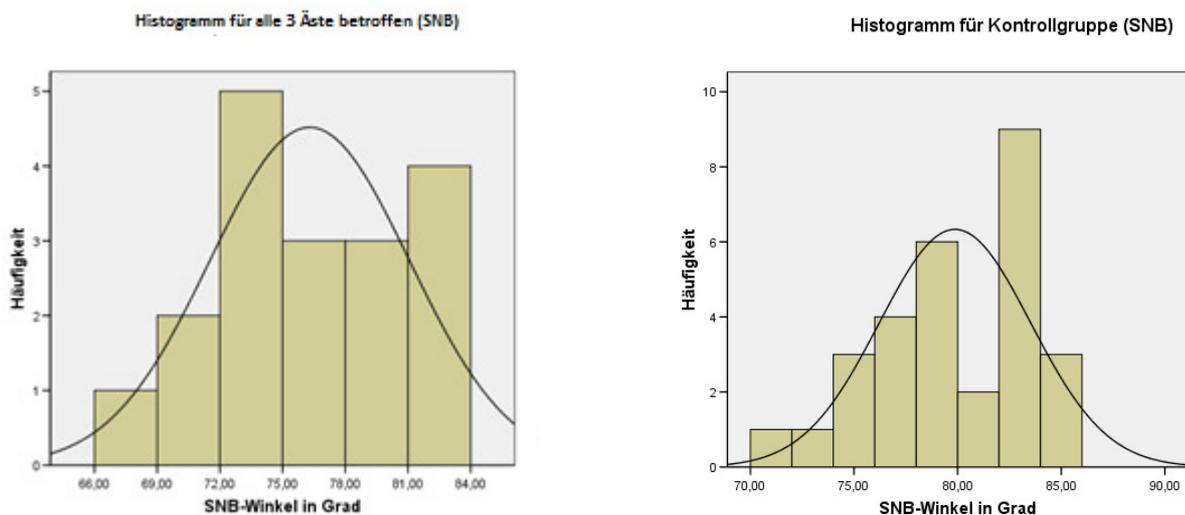


Abbildung 72: Histogramme der SNB-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe

Der SNB-Winkel zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit fpNF und der Kontrollgruppe. Der p-Wert ergab für den SNB-Winkel einen Wert von $p=0,006$. Der Mittelwert des SNB-Winkels liegt bei den Patienten bei 76,3 Grad und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 79,9 Grad, was eine mittlere Abweichung von -3,6 Grad ergibt.

Das Histogramm für die Patienten mit fpNF zeigt einen Bereich von 66 Grad bis 84 Grad an. Das der Kontrollgruppe zeigt dagegen Werte in einem Wertebereich von 70 Grad bis 86 Grad an.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 223 Ancova für in allen 3 Ästen betroffenen SNB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,003
Geschlecht (PSex)	0,881
Alter (DpatAge)	0,139

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,003$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNB-Winkel ($p=0,881$ bzw. $p=0,139$).

Der Test belegt, dass es zu einer signifikanten Verlagerung der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis kommt, ohne Einfluss vom Alter oder Geschlecht. Der Winkel verkleinert sich, was eine dorsale Lage der Mandibula bedeutet.

3.7.5 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe der Patienten, wenn 1. und/oder 2. Ast betroffen sind, und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht alle NF1-Patienten mit einem fpNF im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe. Die Anzahl der Probanden der Kontrollgruppe ist 29, und die Anzahl der NF1-Patienten in dieser Gruppe liegt bei 38.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen und Grafiken angezeigt:

Tabelle 224: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNB 1. und/oder 2. Ast	38	77,7926	5,34517
Kontrollgruppe	29	79,8721	3,65395

Tabelle 225: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
SNB	Varianzen sind gleich	0,077	-2,07944	1,15692	-4,38997	0,23109

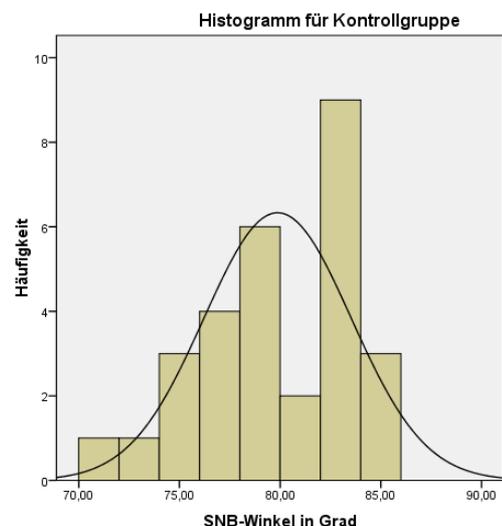
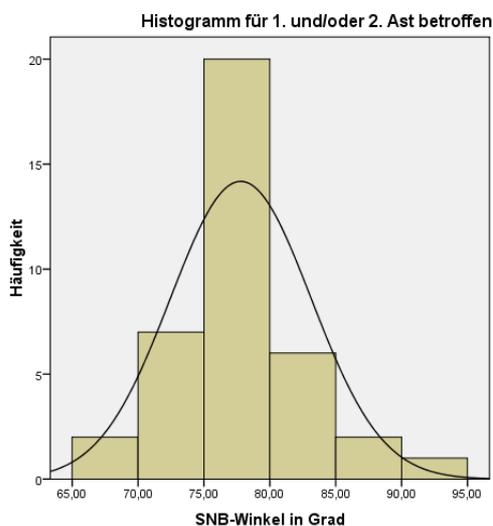


Abbildung 73: Histogramme der SNB-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Das Ergebnis des Tests zeigt keinen signifikanten Unterschied für den SNB-Winkel. Der p-Wert für den SNB-Winkel ist $p=0,077$. Der Mittelwert für den SNB-Winkel liegt bei dieser Patientengruppe bei 77,8 Grad und der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 79,9 Grad. Dies führt zu einer mittleren Differenz von -2,1 Grad.

Das Histogramm für die Patienten mit fpNF zeigt einen Wertebereich von 65 Grad bis 95 Grad an, und das Histogramm für die Kontrollgruppe zeigt einen Bereich von 70 Grad bis 86 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 226 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffenen SNB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,036
Geschlecht (PSex)	0,395
Alter (DpatAge)	0,000

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,036$). Das Geschlecht hat hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den SNB-Winkel ($p=0,395$). Das Alter hingegen nimmt eine höchst signifikante Rolle ein ($p=0,000$).

Trotz des Befundes eines fpNF tritt hier keine signifikante Verlagerung der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis auf bei der Durchführung eines t-Tests. In der Ancova ist ein signifikanter Unterschied festzuhalten.

3.7.6 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe der Patienten, wenn nur der 3. Ast betroffen ist, und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test soll untersucht werden, ob es im SNB-Winkel zu Veränderungen kommt, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus einer Seite mit einem fpNF betroffen ist. Die Untersuchungsergebnisse der Patienten werden gegen die Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl an Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom nur im 3. Ast des Nervus trigeminus beläuft sich auf 9. Die Kontrollgruppe hat eine Anzahl von 29 Probanden.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen aufgeführt:

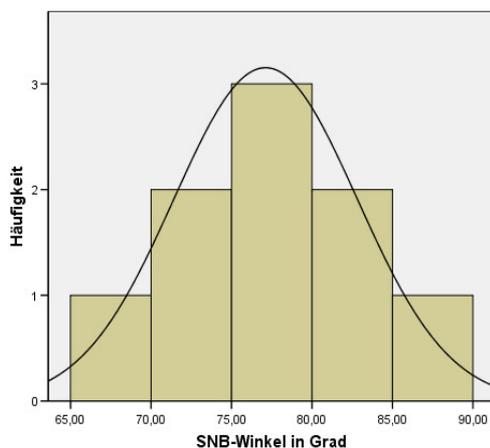
Tabelle 227: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

	Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
SNB	nur 3. Ast	9	77,1156	5,69292
	Kontrollgruppe	29	79,8721	3,65395

Tabelle 228: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
SNB	Varianzen sind gleich	0,094	-2,75651	1,60015	-6,00177	0,48874

Histogramm für nur 3. Ast (SNB)



Histogramm für Kontrollgruppe (SNB)

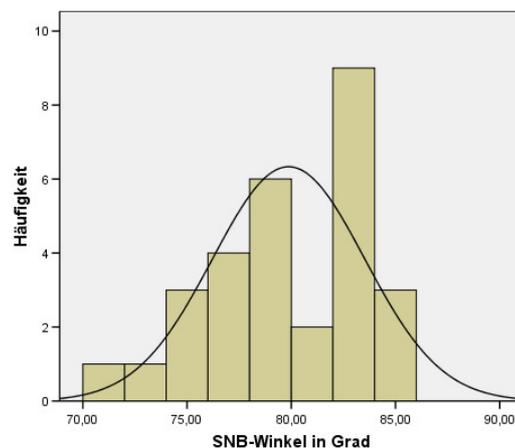


Abbildung 74: Histogramme der SNB-Winkelwerte mit fpNF im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den NF1-Patienten mit einem fpNF im 3. Ast des Nervus trigeminus und der Kontrollgruppe. Der p-Wert ist im Test mit $p=0,094$ angegeben. Der Mittelwert für den SNB-Winkel ist 77,1 Grad, und der Mittelwert der Kontrollgruppe ist 79,9 Grad. Somit besteht eine mittlere Differenz von -2,8 Grad.

Das Histogramm für den SNB-Winkel bei NF1-Patienten zeigt einen Bereich von 65 Grad bis 90 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von 70 Grad bis 86 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 229 Ancova für nur 3. Ast betroffenen SNB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,095
Geschlecht (PSex)	0,905
Alter (DpatAge)	0,667

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,095$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den SNB-Winkel ($p=0,905$ bzw. $p=0,667$).

Auch hier lässt sich keine signifikante Verlagerung der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis feststellen.

3.7.7 Abschließendes Fazit zum SNB-Winkel

Die Testergebnisse zum SNB-Winkel sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Sie zeigt die Gruppen und den Unterschied zur Kontrollgruppe, ob er signifikant ist oder nicht. Es sind die Ergebnisse nach der Bereinigung durch eine Ancova in rot dargestellt, die abweichen.

Tabelle 230: Testergebnisse der t-Tests für den SNB-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-/+
dNF	-
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1.und/oder 2. Ast	-/+
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Der SNB-Winkel zeigt in den Tests verschiedene Ergebnisse. So ergibt der Test zu den dNF-Patienten, dass sie keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe zeigen. Somit sind die dNF-Patienten im SNB-Winkel als normal anzusehen. Zu signifikanten Veränderungen im SNB-Winkel kommt es, wenn faziale plexiforme Neurofibrome vorliegen. Dies zeigt der Test mit allen fpNF-Patienten.

3.8 Ergebnisse zum ANB-Winkel

Im nachfolgenden Teil der Ergebnisauswertung werden die t-Tests zum ANB-Winkel untersucht. Der Winkel wird zwischen der A-Punkt-Nasion-Linie und der Nasion-B-Punkt-Linie gemessen. Der ANB-Winkel setzt die sagittale Position der Maxilla in Relation zur Mandibula und drückt somit die Lageverhältnisse zueinander aus. Wo sich der Winkel befindet und zwischen welchen Punkten er sich spannt, ist in der nachfolgenden Grafik skizziert.

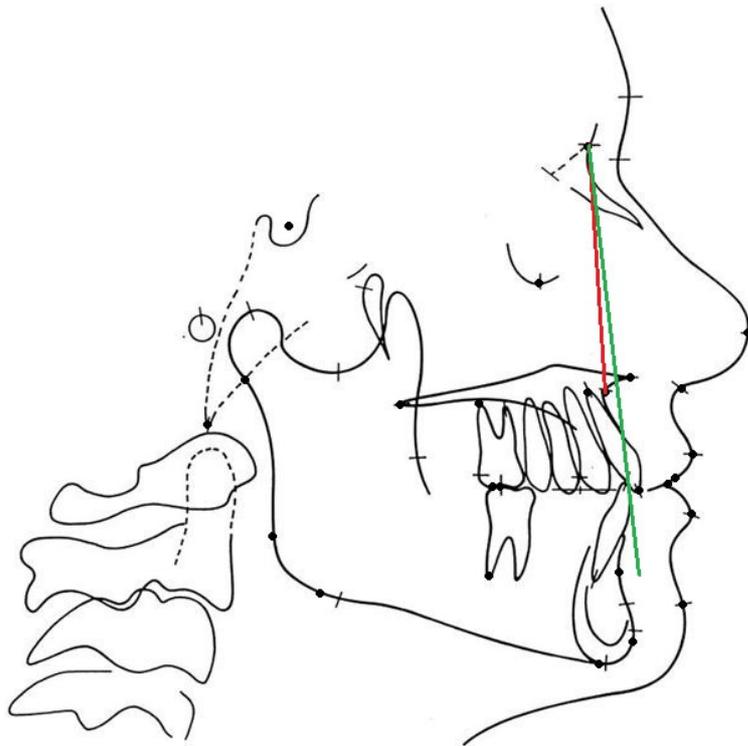


Abbildung 75: Graphische Darstellung des ANB-Winkel

3.8.1 t-Test: Vergleich zwischen allen NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Im ersten t-Test zu diesem Winkel werden alle Patienten mit einem fpNF oder einem dNF zusammengefasst und mit der Kontrollgruppe verglichen. Es kommt für den ANB-Winkel in dieser Patientengruppe eine Anzahl von 168 Patienten zustande. Die Kontrollgruppe ist mit 29 Probanden vertreten.

Die Testergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 231: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ANB NF1	168	3,6088	4,04300
Kontrollgruppe	29	2,2434	1,99752

Tabelle 232: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ANB	Varianzen sind gleich	0,077	1,36536	0,76760	-0,14850	2,87922

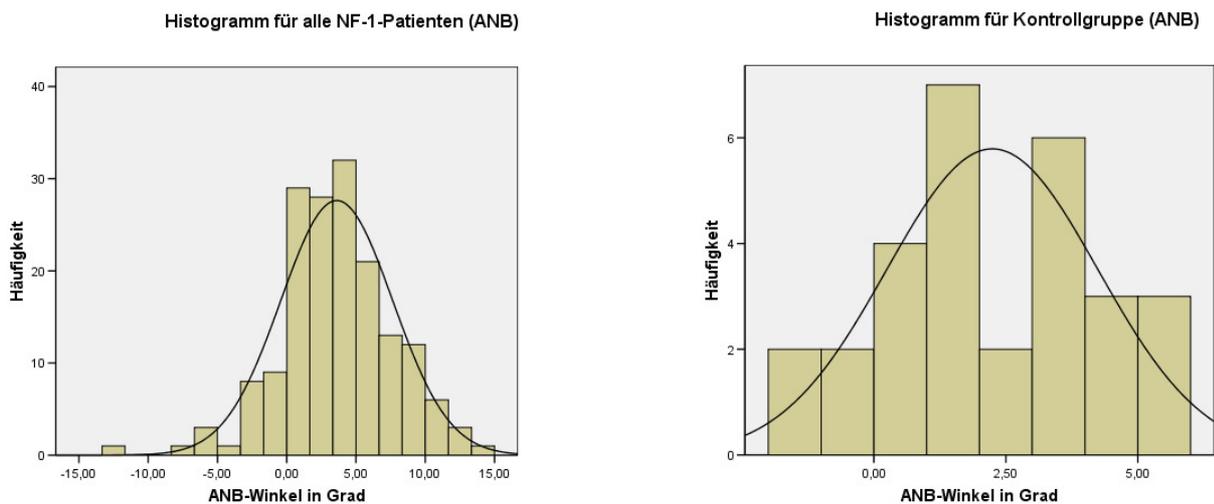


Abbildung 76: Histogramme der ANB-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Unterschied für den ANB-Winkel bei Neurofibromatose-Patienten zur Kontrollgruppe. Der p-Wert für den ANB-Winkel lautet $p=0,077$. Der Mittelwert für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten liegt bei 3,6 Grad, und der Mittelwert des ANB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 2,2 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von 1,4 Grad.

Das Histogramm der NF1-Patienten zeigt einen Wertebereich von -13 Grad bis 15 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt dagegen einen Bereich von -2 Grad bis 6 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 233 Ancova für alle NF1 betroffenen ANB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,021
Geschlecht (PSex)	0,609
Alter (DpatAge)	0,000

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,021$). Das Geschlecht hat hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den ANB-Winkel ($p=0,609$). Das Alter hingegen nimmt eine signifikante Rolle ein ($p=0,000$).

Es lässt sich ein signifikante Lageveränderung der Mandibula und der Maxilla zueinander nach Adjustierung fürs Alter in dieser Gruppierung erkennen.

3.8.2 t-Test: Vergleich zwischen den Patienten mit dNF und der Kontrollgruppe

Der nun folgende t-Test soll untersuchen, ob es zu signifikanten Unterschieden im ANB-Winkel zwischen Patienten mit einem dNF und der Kontrollgruppe kommt. Der ANB-Winkel konnte bei 94 Patienten gemessen werden und bei 29 Probanden der Kontrollgruppe.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 234: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ANB dNF-Patienten	94	2,7050	4,06267
Kontrollgruppe	29	2,2434	1,99752

Tabelle 235: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ANB	Varianzen sind gleich	0,557	0,46155	0,78362	-1,08983	2,01294

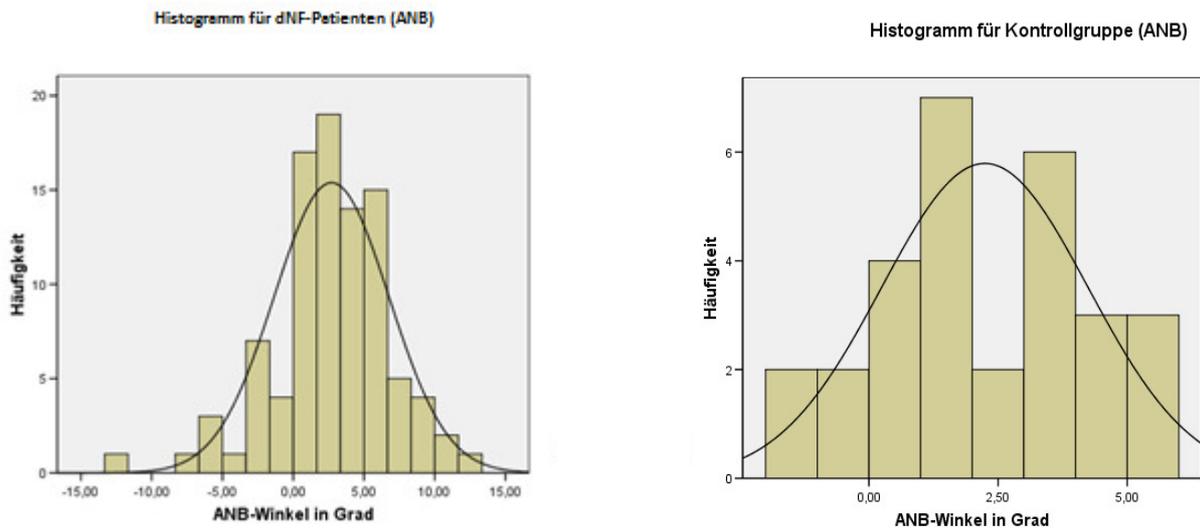


Abbildung 77: Histogramme der ANB-Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse zeigen für den ANB-Winkel bei Patienten mit einem dNF keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Der p-Wert für den ANB-Winkel wird mit $p=0,557$ angegeben. Der Mittelwert für den ANB-Winkel bei dieser Patientengruppe liegt bei 2,7 Grad, und der Mittelwert des ANB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 2,2 Grad. Daraus folgt eine mittlere Differenz von 0,5 Grad.

Das Histogramm der dNF-Patienten zeigt einen Wertebereich von -13 Grad bis 13 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Wertebereich von -2 Grad bis 6 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 236 Ancova für dNF ANB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,192
Geschlecht (PSex)	0,403
Alter (DpatAge)	0,022

Die Ancova zeigt, dass kein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,192$). Das Geschlecht hat hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den ANB-Winkel ($p=0,403$). Das Alter hingegen nimmt eine signifikante Rolle ein ($p=0,022$).

Der Test zeigt, dass dNF-Patienten keine signifikante Lageveränderung der Maxilla in Relation zur Mandibula zeigen.

3.8.3 t-Test: Vergleich zwischen den Patienten mit fpNF und der Kontrollgruppe

In diesem t-Test sollen die Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe im ANB-Winkel verglichen werden. Wo genau der Tumor liegt wird zunächst nicht weiter unterteilt. Der ANB-Winkel wird an 71 Patienten untersucht, und die Werte werden mit der Kontrollgruppe von 29 Probanden verglichen.

Die Testergebnisse sind nachfolgend in Tabellen aufgeführt:

Tabelle 237: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ANB fpNF-Patienten	71	4,8323	3,77917
Kontrollgruppe	29	2,2434	1,99752

Tabelle 238: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ANB	Varianzen sind gleich	0,001	2,58881	0,74218	1,11598	4,06163

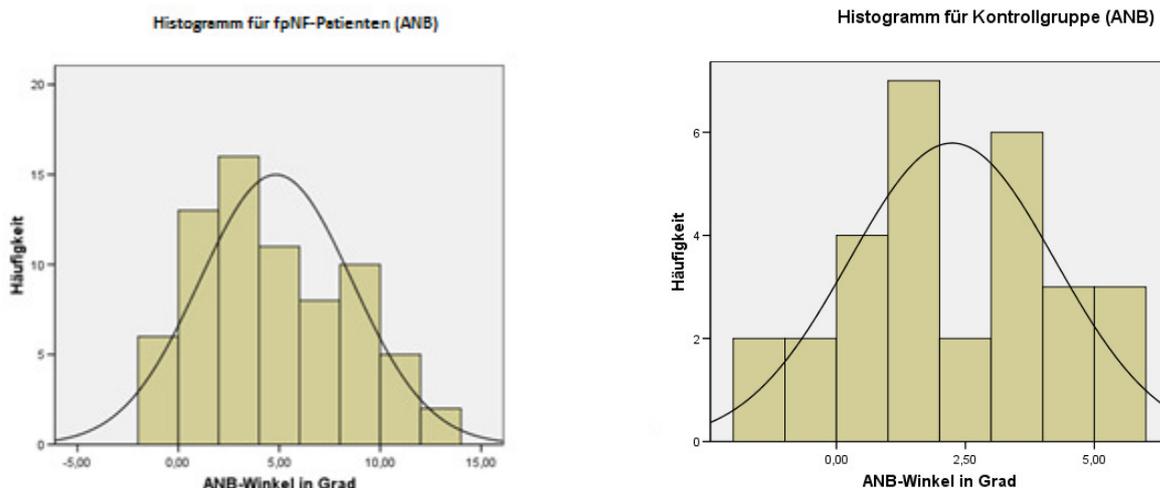


Abbildung 78: Histogramme der ANB-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe

Die Ergebnisse des t-Tests zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Patienten mit einem fpNF und der Kontrollgruppe im ANB-Winkel mit einem p-Wert von $p=0,001$. Der Mittelwert für den ANB-Winkel bei den Patienten mit plexiformen Neurofibrom liegt bei 4,8 Grad, und der Mittelwert des ANB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 2,2 Grad. Das ergibt eine mittlere Differenz von 2,6 Grad.

Das Histogramm für den ANB-Winkel bei der Patientengruppe zeigt einen Bereich von -2 Grad bis 15 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe von -2 Grad bis 6 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 239 Ancova für alle fpNF betroffenen ANB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,001
Geschlecht (PSex)	0,495
Alter (DpatAge)	0,082

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,001$). Das Geschlecht und das Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ANB-Winkel ($p=0,495$ bzw. $p=0,082$).

Aus den Testergebnissen ist zu ersehen, dass es zu signifikanten Lageveränderungen zwischen der Maxilla und der Mandibula kommt.

3.8.4 t-Test: Vergleich zwischen der Patientengruppe mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht alle Patienten mit plexiformen Neurofibromen in allen drei Ästen des Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe im ANB-Winkel. Für den Test werden die ANB-Winkel von 17 Patienten und die Winkel der 29 Probanden der Kontrollgruppe gemessen.

Die Testergebnisse werden in den folgenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 240: Grundwerte der Gruppen (fpNF in allen 3 Ästen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ANB Alle 3 Äste betroffen	17	5,0647	4,28868
Kontrollgruppe	29	2,2434	1,99752

Tabelle 241: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ANB	Varianzen sind gleich	0,004	2,82126	0,92789	0,95122	4,69130

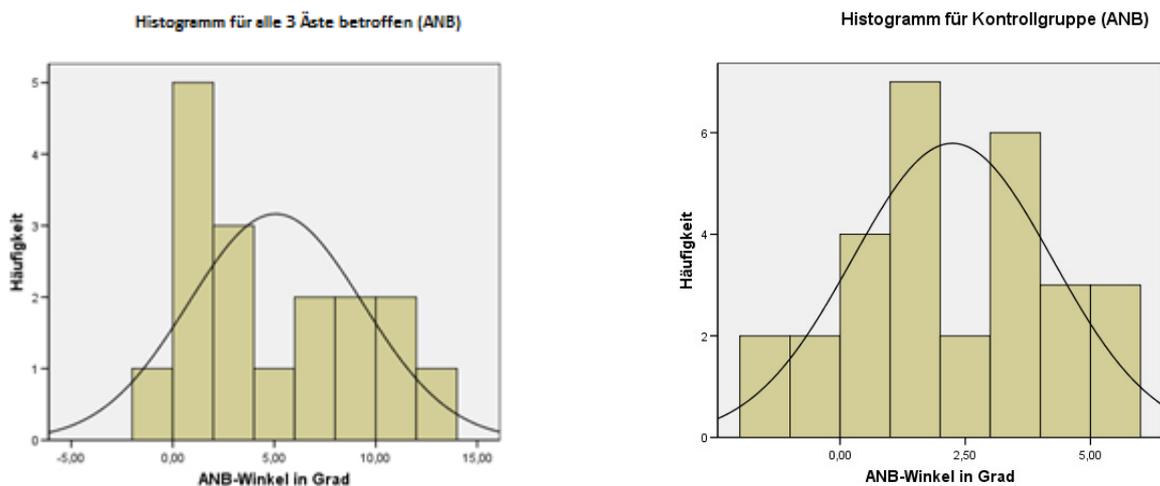


Abbildung 79: Histogramme der ANB-Winkelwerte der Patienten mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe

Die Werte für den ANB-Winkel zeigen einen signifikanten Unterschied mit einem p-Wert von $p=0,004$. Der Mittelwert für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten mit plexiformen Neurofibromen in allen drei Ästen liegt bei 5,1 Grad, und der Mittelwert des ANB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 2,2 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von 2,8 Grad.

Das Histogramm für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten zeigt einen Wertebereich von -1 Grad bis 14 Grad an. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Wertebereich von -2 Grad bis 6 Grad an.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 242 Ancova für alle 3 Äste betroffenen ANB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,001
Geschlecht (PSEX)	0,164
Alter (DpatAge)	0,079

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,001$). Geschlecht und Alter haben keinen signifikanten Einfluss auf den ANB-Winkel ($p=0,164$ bzw. $p=0,079$).

Aus den Testergebnissen ist zu ersehen, dass es zu signifikanten Lageveränderungen zwischen der Maxilla und der Mandibula kommt.

3.8.5 t-Test: Vergleich zwischen der Gruppe der Patienten, wenn der 1. und/oder 2. Ast betroffen ist, und der Kontrollgruppe

Der folgende Test vergleicht alle NF1-Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus mit der Kontrollgruppe. Die Anzahl der Probanden der Kontrollgruppe ist 29, und die Anzahl der Patientengruppe liegt bei 38 Patienten.

Die Testergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 243: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ANB 1. und/oder 2. Ast	38	4,5929	3,81116
Kontrollgruppe	29	2,2434	1,99752

Tabelle 244: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
					95% Konfidenzintervall der Differenz	
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	Untere	Obere
ANB	Varianzen sind gleich	0,004	2,34945	0,77922	0,79323	3,90566

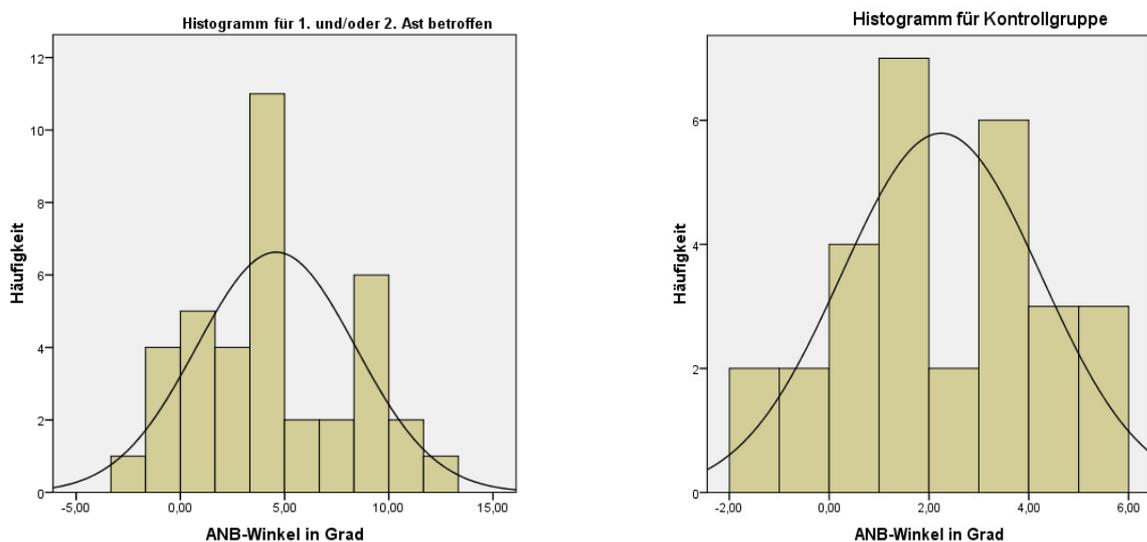


Abbildung 80: Histogramme der ANB-Winkelwerte der Patienten mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe

Das Testergebnis zeigt einen signifikanten Unterschied im ANB-Winkel. Der p-Wert für diesen Test lautet $p=0,004$. Der Mittelwert für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten mit fpNF liegt bei 4,6 Grad, und der Mittelwert des ANB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 2,2 Grad. Das ergibt eine mittlere Differenz der Werte von 2,3 Grad.

Das Histogramm für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten zeigt einen Wertebereich von -3 Grad bis 13,5 Grad an. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt Werte im Bereich von -2 Grad bis 6 Grad.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet. Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 245 Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffenen ANB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,004
Geschlecht (PSex)	0,617
Alter (DpatAge)	0,257

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,004$). Das Geschlecht und das Alter haben hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den ANB-Winkel ($p=0,617$ bzw. $p=0,257$).

Der Test zeigt, dass Patienten mit einem fpNF im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus eine signifikante Lageveränderung der Maxilla in Relation zur Mandibula zeigt.

3.8.6 t-Test: Vergleich zwischen der Patientengruppe, wenn nur der 3. Ast betroffen ist, und der Kontrollgruppe

Im folgenden Test soll untersucht werden, ob es im ANB-Winkel zu Veränderungen kommt, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus mit einem plexiformen Neurofibrom betroffen ist. Die Untersuchungsergebnisse der Patienten werden gegen die Kontrollgruppe getestet. Die Anzahl an Patienten mit einem plexiformen Neurofibrom nur im 3. Ast beläuft sich auf 9 Patienten. Die Kontrollgruppe hat eine Anzahl von 29 Probanden.

Die Testergebnisse sind in den folgenden Tabellen angezeigt:

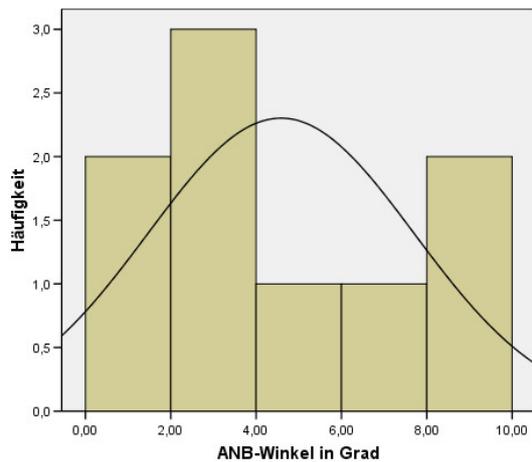
Tabelle 246: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

Gruppen	N	Mittelwert	Standardabweichung
ANB nur 3. Ast	9	4,5833	3,11937
Kontrollgruppe	29	2,2434	1,99752

Tabelle 247: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel

		t-Test für die Mittelwertgleichheit				
		Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
ANB	Varianzen sind gleich	0,011	2,33989	0,87559	0,56410	4,11567

Histogramm für nur 3. Ast (ANB)



Histogramm für Kontrollgruppe (ANB)

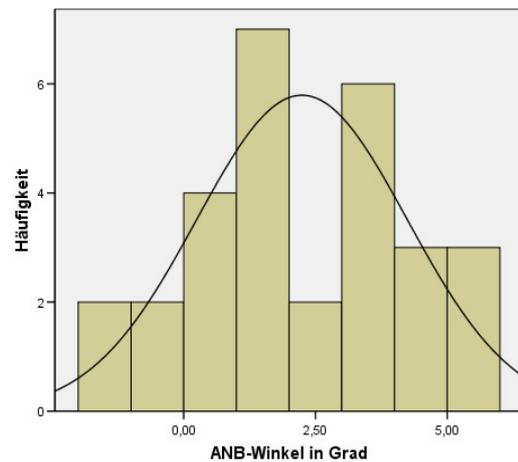


Abbildung 81: Histogramme der ANB-Winkelwerte mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe

Der Test zeigt für den ANB-Winkel einen signifikanten Unterschied mit einem p-Wert von $p=0,011$. Der Mittelwert für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten mit plexiformen Neurofibrom liegt bei 4,6 Grad, und der Mittelwert des ANB-Winkels der Kontrollgruppe liegt bei 2,2 Grad. Das ergibt eine mittlere Abweichung von 2,4 Grad.

Das Histogramm für den ANB-Winkel bei den NF1-Patienten zeigt einen Wertebereich von 0 Grad bis 10 Grad. Das Histogramm der Kontrollgruppe zeigt einen Bereich der sich von -2 Grad bis 6 Grad erstreckt.

Nach dem t-Test wurde noch eine Ancova durchgeführt, in der eine Überprüfung zur Unabhängigkeit vom Alter und Geschlecht der untersuchten Personen stattfindet.

Dies ergab für die in diesem Abschnitt bearbeitete Gruppe die folgenden Ergebnisse:

Tabelle 248 Ancova für nur 3. Ast betroffenen ANB-Winkel

Einteilung	Signifikanz
Gruppe (Grup)	0,017
Geschlecht (PSex)	0,649
Alter (DpatAge)	0,890

Die Ancova zeigt, dass ein Gruppenunterschied nach Adjustierung für Alter und Geschlecht besteht ($p=0,017$). Das Geschlecht und das Alter haben hierbei keinen signifikanten Einfluss auf den ANB-Winkel ($p=0,649$ bzw. $p=0,890$).

Auch bei diesem Test zeigt die Patientengruppe eine signifikante Lageveränderung der Maxilla in Relation zur Mandibula.

3.8.7 Abschließendes Fazit zum ANB-Winkel

Die Testergebnisse werden nachfolgend tabellarisch zusammengefasst. Sie zeigen die Unterschiede des ANB-Winkels der Gruppen zu der Kontrollgruppe. Die abweichenden Testergebnisse der Ancova sind in der Tabelle in rot dargestellt.

Tabelle 249: Testergebnisse der t-Tests für den ANB-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-/+
dNF	-
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Der ANB-Winkel drückt die Lage der Maxilla und der Mandibula zueinander aus. Aus den Tests geht hervor, dass dNF-Patienten eine normale Lage der Kiefer zueinander haben. Patienten mit fpNF zeigen jedoch immer eine Veränderung in der Lage der Kiefer zueinander. Somit lässt sich festhalten, dass es immer zu Veränderung in der Lage der Kiefer zueinander kommt, wenn ein plexiformer Tumor im Nervus trigeminus vorliegt.

4. Diskussion

4.1 Diskussion zur seitlichen Fernröntgentechnik

Die zunächst aufgeführte Problematik könnte die vorliegende Doktorarbeit in Frage stellen. Es ist die Schwierigkeit der Reproduzierbarkeit der Aufnahmetechnik. Da dieses aber als Grundvoraussetzung für die Arbeit gewährleistet sein muss, müssen alle Aufnahmen nach dem gleichen Prinzip durchgeführt worden sein. Jede Aufnahme muss somit reproduzierbar sein und zu denselben Auswertungsergebnissen bei verschiedenen Patienten führen.

Die einzige Möglichkeit, eine gleichmäßige Kopfhaltung bei der seitlichen Fernröntgentechnik zu erreichen, ist über Kephhalostaten. Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Positionierung des Patientenkopfes zu legen (Houston 1983). Rotationen nach links beziehungsweise nach rechts führen zu erheblichen Verzerrungen des Objektes und somit zu falschen Messergebnissen (Segner und Scheuer 1990). Die Verzerrungen werden umso größer, je weiter der Referenzpunkt vom zentralen Punkt des Objektes entfernt liegt.

Houston (1983) benannte die knorpeligen Anteile des Außenohrs als weitere Faktoren für ungenaue Aufnahmen. Desweiteren führen elastische Ohrstöpsel zu keiner ausreichend starren Fixierung der Patienten. Zu diesen Problemen kommt noch hinzu, dass durch anatomische Varianten der äußeren Gehörgänge die Position bei jedem Patienten einer gewissen Schwankung unterliegt.

4.2 Diskussion über die Zuverlässigkeit der Referenzpunkte

Jeder gesetzte Referenzpunkt stellt eine Unsicherheit und somit eine mögliche Fehlerquelle für die Ergebnisse dar. Ein hohes Risiko besteht darin, Strukturen auf Röntgenbildern falsch zu erkennen, und um Identifikationsfehler von Strukturen zu vermeiden, muss sorgfältig und genau gearbeitet werden. Die Autoren Baumrind und Frantz (1971), Vincent und West (1987), El-Mangoury et al. (1987) weisen in diesem

Zusammenhang auf mögliche Schwierigkeiten hin. So sind zum Beispiel Punkte, die auf scharf begrenzten Kurvaturen oder Schnittpunkten liegen, leichter zu finden, als Punkte auf flachen und großen Kurvaturen.

Wichtige Punkte für eine gute Beurteilung des Röntgenbildes und eine gute Positionierung der Referenzpunkte sind:

- die erwähnte Sorgfalt bei der Positionierung des Patienten im Kephalostaten (Houston 1983)
- die Erfahrung des Betrachters in der Beurteilung der röntgenologischen Strukturen
- die Qualität des Röntgenfilmes (Halse und Hedin 1978, Houston 1983) sowie der Entwicklung des Films
- Superposition von Weichteilen oder anderen knöchernen Strukturen
- präzise Definition der Punkte

Broch et al. (1981) sagten in ihrer Arbeit, dass einige Punkte in einer Richtung schwieriger zu lokalisieren sind als in eine andere. Denselben Ansatz vertreten El-Mangoury et al. (1987). Ihrer Meinung nach ist der zuverlässigste Punkt in der Horizontalen das Menton.

4.3 Diskussion der Asymmetrie und die biologische Variation

Die Symmetrie des Gesichts wird in der heutigen Gesellschaft als schön definiert. Viele Gesichter entsprechen klinisch diesem „Schönheitsideal“. In vielen kephalometrischen Röntgenstudien (Mulick (1965), Letzer & Kronman (1967), Vig & Hewitt (1975), Shah & Joshi (1978), Williamson & Simmons (1979), Cook (1980), Chebib & Chamma (1981), Munro (1989)) wurde jedoch in allen Gesichtern ein stark charakteristisch variierender Grad von kraniofazialer Asymmetrie festgestellt. Der Grad der Asymmetrie wird durch Nähe zum Kranium geringer und die Dimensionsstabilität dadurch höher (Peck et al 1991).

Dahan (1968) bezeichnet kephalometrische Asymmetrien, die bei Nichterkrankten auftreten, als „zulässige Dyssymmetrie“. Seinen Forschungsergebnissen nach ist es die Regel, dass zwischen den Gesichtshälften in transversaler, sagittaler und

vertikaler Ebene Ungleichheiten auftreten. In dieser Arbeit werden jedoch keine Werte für das Ausmaß der Asymmetrien angegeben. Thibault (1961) stellt diese Abweichungen in seiner Arbeit als Norm dar, und sie werden von ihm als „physiologische“ Asymmetrie bezeichnet.

In der vorliegenden Dissertation können gemessene Werte für eine Gruppengröße von 29 Probanden der Kontrollgruppe angegeben werden. Das Bestehen dieser Vergleichsgruppe ist selten, da es sich bei den betreffenden Personen um Personen mit normaler Okklusion handelt, die nicht durch kieferorthopädische Behandlung oder andere Maßnahmen eingestellt wurde. Das Aufstellen einer solchen Vergleichsgruppe ist nicht mehr möglich, da es im Zuge der Strahlenminimierung nicht möglich wäre, Personen ohne rechtfertigende Indikation zu röntgen. Deshalb ist das Vorliegen dieser Vergleichsgruppe für diese Dissertation sehr wichtig.

Eine Vermessung des Schädels von NF1-Patienten, wie es in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurde, zeigt deutlich, zu welchen Variationen es bei Erkrankten kommen kann. Einen ähnlichen Ansatz haben auch Heervä et al. (2011) gewählt. Sie wählten allerdings zum Großteil Strecken zur Vermessung. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar. Die Ergebnisse nach Heervä et al. zeigen zum Beispiel eine verkürzte Strecke für die Mandibula, welche von Heervä et al. zwischen den anatomischen Punkten Condylus und Gnathion gemessen wurden. Die vorliegende Arbeit ergibt, dass die betroffenen Kieferwinkel eine Vergrößerung aufzeigen. Da in der vorliegenden Arbeit in „betroffen“ und „nicht betroffen“ unterschieden wird und die nicht betroffene Seite sich als innerhalb der Norm zeigt, kann das Ergebnis der Strecke nicht durch den Winkel bestätigt werden. Dies ist auch für weitere Strecken der Fall, die von Heervä et al. untersucht wurden.

4.4 Diskussion für die untersuchten Winkel

Im nächsten Teil der Diskussion werden die Ergebnisse der Tests mit den Gruppen in Zusammenhang gebracht. Hierfür wird jeder Winkel einzeln besprochen und mit Untersuchungen zu diesem Winkel von Segner und Hasund verglichen. Die Daten ihrer Untersuchungen wurden in dem Buch „Individualisierte Kephalemetrie“ (Hamburg, 1998) veröffentlicht. Als weitere Referenz werden Werte aus dem Buch „Einführung in die Kieferorthopädie“ (Hamburg, 2001) 2. Auflage, von Frau Professor Bärbel Kahl-Nieke genommen.

4.4.1 Diskussion zum Kieferwinkel

Tabelle 250: Ergebnisübersicht für den Kieferwinkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

Kieferwinkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.- Abw. Lehmann	p- Wert
dNF-Pat.	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	120,4°	+/- 10,2	0,725
fpNF-Pat. (betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	127,3°	+/- 9,5	0,001
fpNF-Pat. (nicht betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	121,6°	+/- 9,4	0,786
Alle 3 Äste (betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	126,3°	+/- 10	0,025
Alle 3 Äste (nicht betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	124,1°	+/- 10	0,181
1.und/oder 2. Ast (betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	126,7°	+/- 7,9	0,002
1.und/oder 2. Ast (nicht betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	120,5°	+/- 8,6	0,752
Nur 3. Ast (betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	125,5°	+/- 9,8	0,092
Nur 3. Ast (nicht betroffene Seite)	121,8°	+/- 21,5	121,1°	+/- 5,4	117,6°	+/- 9,4	0,173

Der in der vorliegenden Arbeit zuerst untersuchte Winkel ist der Kieferwinkel. Er beschreibt die Relation des Ramus Mandibulae zum Corpus Mandibulae, wodurch er

der Form der Mandibula Ausdruck verleiht. Der Winkel wird, wie schon im Ergebnissteil erwähnt, zwischen den Punkten Articulare-hintere Ramustangente und den Punkten untere Ramustangente-Menton gemessen. Die Untersuchungen von Hasund und Segner zeigen für den Winkel große Variationen in den Messwerten auf. Die Messwerte reichen von 101,4 Grad bis 144,5 Grad, woraus sich ein Mittelwert von 121,8 Grad ergibt.

Der Winkel gibt eine Wachstumsprognose für die Wachstumsrichtung der Patienten an. Ein vergrößerter Kieferwinkel bedeutet ein vertikales Wachstumsmuster, und ein verkleinerter Kieferwinkel weist auf ein horizontales Wachstumsmuster hin. Der Kieferwinkel wird von der Wachstumsrichtung der Kondylen beeinflusst. Ein vergrößerter Kieferwinkel und somit ein vertikales Wachstum wird von einer posterioren Entwicklung der Kondylen beeinflusst. Umgekehrt resultieren ein verkleinerter Kieferwinkel und somit ein horizontales Wachstum aus einem anterioren Wachstum der Kondylen. Hasund und Segner weisen in ihrer Arbeit aber darauf hin, dass solche Aussagen zum Wachstum mit Vorsicht zu treffen sind, da es zu Apposition und Resorption im Laufe des Wachstums kommen kann. Kahl-Nieke gibt in ihrer Arbeit für den Kieferwinkel bei Werten unter 123 Grad ein horizontales Wachstum und für Werte über 137 Grad ein vertikales Wachstum an.

Die in dieser Arbeit verwendete Kontrollgruppe, die aus 29 Probanden besteht, zeigt für den Kieferwinkel einen Mittelwert von 121,1 Grad. Sie weicht damit nur um 0,7 Grad vom Mittelwert von Hasund und Segner ab und ist somit als Kontrollgruppe zulässig. Die Werte zeigen, dass ein horizontales Wachstum für die Kontrollgruppe normal ist.

Das Wachstumsverhalten wird in der Kieferorthopädie als Grundlage für die Therapie verwendet. Das skelettale Wachstum wird im Alter von 21 Jahren als abgeschlossen angesehen. Für die Veränderungen bei den Patienten werden verschiedene Ursachen in der Literatur diskutiert.

Als erste Gruppe wurden die Patienten vom disseminierten Typ gegen die Kontrollgruppe getestet. Sie zeigen keinen signifikanten Unterschied und haben einen Mittelwert von 123,2 Grad für den Kieferwinkel. Die Patienten vom disseminierten Krankheitstyp sind damit nicht auffällig und liegen vom Wachstumstyp innerhalb der Norm.

Die nächste Gruppe, die gegen die Kontrollgruppe getestet wurde, war die der fpNF-Patienten. Die Patienten weisen eine von einem plexiformen Tumor betroffene und eine nicht betroffene Seite des Gesichtes auf. Für die Patienten ergab sich auf der betroffenen Seite ein Mittelwert von 127,3 Grad, was einen signifikanten Unterschied im Vergleich zur Kontrollgruppe bedeutet. Die nicht betroffene Seite zeigt hingegen einen Mittelwert von 121,6 Grad und somit keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Vom Wachstumstyp, der von diesen Werten ablesbar ist, zeigt die betroffene Seite, trotz deutlicher Vergrößerung im Vergleich zur Kontrollgruppe, kein besonderes Wachstumsmuster. Die nicht betroffene Seite ist im Vergleich zur Kontrollgruppe nur wenig vergrößert und zeigt einen Wert unter 123 Grad. Auf dieser Seite liegt mit den gemessenen Werten ein horizontales Wachstum vor. Auch der Vergleich zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite zeigt einen signifikanten Unterschied an. Die Tests zu dieser Gruppe und zur Gruppe der dNF-Patienten belegen, dass es nur im direkten Zusammenhang mit einem plexiformen Tumor zu knöchernen Veränderungen im Kieferwinkel kommt. Diese Veränderung lässt den Schluss zu, dass es durch das Eigengewicht des Tumors zu der Vergrößerung kommt, welches in Form der Schwerkraft an der knöchernen Struktur zieht und somit das vertikale Wachstum nach kaudal fördert (Adrian 1901).

Ein weiterer Faktor für Knochenveränderungen, der in diesem Zusammenhang diskutiert wird, ist das Freisetzen von lokalen Wachstumsfaktoren durch den Tumor. Die Freisetzung von Wachstumsfaktoren kann die weitere Zunahme der Tumorgroße zur Folge haben und somit eine Zugbelastung des Knochens noch erhöhen. Zudem kann es zu einer direkten Stimulation der Knochenzunahme kommen. Die knochenbildenden Zellen werden stimuliert und sorgen für Knochenzunahme.

Ebenfalls als möglicher Beeinflussungsfaktor in Frage kommend ist die Involution der Muskulatur, die durch den Tumor beeinflusst wird. Durch die Abnahme des Muskelgewebes und der damit abnehmenden Funktionalität der Muskulatur kommt es durch Umstrukturierung der knöchernen Struktur zu Veränderungen in der Form.

In den Tests zur betroffenen und nicht betroffenen Seite lassen sich diese Theorien bestätigen. Es kam nur auf der betroffenen Seite und nicht auf der nicht betroffenen Seite zu Veränderungen, womit eine lokale Veränderung durch das Vorhandensein des plexiformen Tumors ausgelöst wird.

Als nächste Gruppe werden die Patienten, die alle drei Äste des Nervus trigeminus einer Gesichtsseite betroffen haben, untersucht. Auch hier wurde zunächst die betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe getestet. Sie zeigt einen signifikanten Unterschied mit einem Mittelwert von 126,3 Grad. Dieser Wert ist dem Normintervall entsprechend. Die nicht betroffene Seite zeigt einen Mittelwert von 124,1 Grad und keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Auch hier liegt der Wert innerhalb der Norm. Im gepaarten Test zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite sind signifikante Unterschiede zu erkennen. Die Veränderungen sind im ungepaarten t-Test nur auf der betroffenen Seite signifikant unterschiedlich. Wenn alle drei Äste betroffen sind, sind die Ausdehnung und eventuell das Eigengewicht des Tumors vergrößert, was zu einer größeren Beeinflussung der knöchernen Struktur führt. Das Eigengewicht könnte eine Vergrößerung des Kieferwinkels der betroffenen Seite nach kaudal bewirken.

Zu einer Vergrößerung der nicht betroffenen Seite kann es kommen, da die Symphyse in der Entwicklungsphase frühzeitig verknöchert. Daraus resultiert schon im Kindesalter ein durchgängiger Knochen, der beidseitig durch einen einseitig ausgeprägten Tumor beeinflusst werden kann. Dies kann somit auch die nicht signifikante Vergrößerung des nicht direkt von einem plexiformen Neurofibrom betroffenen Kieferwinkels erklären.

Zu diesen knöchernen Veränderungen kann es ebenfalls kommen durch die bereits erwähnten Theorien, wie die Freisetzung von lokalen Wachstumsfaktoren des Tumors oder durch die Involution der Muskulatur. Die Theorien können ebenfalls die leichte Zunahme der Winkelwerte der nicht betroffenen Seite erklären.

Als nächste Gruppe wurden die Kieferwinkel der Patienten untersucht, die im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind. Hier wurden ebenfalls die betroffene und die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe und gegeneinander verglichen. Die betroffene Seite zeigt mit einem Mittelwert für den Kieferwinkel von 126,7 Grad einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Aus diesem Winkelwert ergibt sich nach Kahl-Nieke ein normales Wachstumsmuster für den betroffenen Kieferwinkel. Die nicht betroffene Seite hat einen Mittelwert von 120,5 Grad und ist damit nicht signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Die nicht betroffene Seite zeigt ein horizontales Wachstumsmuster. Im Test zwischen der betroffenen Seite und der nicht betroffenen Seite sind signifikante Unterschiede zu

erkennen. Auch hier sind die Vergrößerungen des Kieferwinkels auf die bereits erwähnten Theorien zurückzuführen.

Die Gruppe, die als letzte untersucht wird, ist aus den Patienten gebildet, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind. Auch hier sind die betroffene und die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe und gegeneinander getestet. Für die betroffene Seite ergibt der Test einen Mittelwert von 125,5 Grad, welcher keinen signifikanten Unterschied bedeutet. Die nicht betroffene Seite zeigt einen Mittelwert von 117,6 Grad, was ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe ist. Der Vergleich zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite ist hingegen signifikant unterschiedlich.

Die Vergrößerung der betroffenen Seite ist nicht signifikant, aber gegenüber der nicht betroffenen Seite vergrößert, was durch den Tumor zu erklären ist. Dass die Vergrößerung des Kieferwinkels nicht so deutlich ausgeprägt ist, lässt sich auf den Verlauf des 3. Astes des Nervus trigeminus zurückführen. Der Nervus alveolaris inferior tritt kranial des Kieferwinkels in einen knöchernen Kanal der Mandibula. Ist der Tumor innerhalb des Kanals lokalisiert, ist die Zunahme der Tumormasse erschwert durch den begrenzten, knöchernen Ausdehnungsraum. Daraus resultiert eine geringere Tumormasse, die zu den Veränderungen führen kann. Auch das Freisetzen von Wachstumsfaktoren durch den Tumor ist durch die Lokalisation des Tumors eingeschränkt und führt somit zu geringerer Zunahme des Kieferwinkelwertes. Die Involution der Muskulatur spielt in dieser Tumorlokalisierung wohl nur eine untergeordnete Rolle. Da der 3. Ast des Nervus trigeminus nicht nur innerhalb des Kanals mandibularis verläuft, können die drei bereits erwähnten Theorien zu der Vergrößerung des Kieferwinkels führen, wenn die Lokalisation des Tumors vor dem Eintritt in den Kanal ist. Der Winkel der nicht betroffenen Seite ist im Vergleich der Winkelwerte kleiner, was eventuell auf eine stärkere Beanspruchung der Seite als „Kauseite“ zurückzuführen ist. Durch die ständige einseitige Belastung kommt es zu Zugbelastungen nach kranial, was zu einer horizontalen Entwicklung der Mandibula führt.

Es ist ersichtlich, dass es bei einer Beteiligung des dritten Astes des Nervus trigeminus zu keiner Veränderung des betroffenen Kieferwinkels kommt. Dies ist in der Lokalisation des Tumors zu begründen. Die Lokalisation ist meist in der Peripherie des Nervus. Wie in den unterschiedlichen Gruppen zu sehen, reagiert der

Körper bei Behinderung der Kaufunktion mit einer asymmetrischen Veränderung der knöchernen Struktur. Die Verkleinerung der nicht betroffenen Seite ist auf die erhöhte Belastung und somit eine Hypertrophie des Knochenmaterials zurückzuführen.

4.4.2 Diskussion zum ML-NSL-Winkel

Tabelle 251: Ergebnisübersicht für den ML-NSL-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

ML-NSL-Winkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p-Wert
dNF-Pat.	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	30,3°	+/- 7,6	0,185
fpNF-Pat. (betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	35,2°	+/- 8	0,000
fpNF-Pat. (nicht betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	33,3°	+/- 8,1	0,003
Alle 3 Äste (betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	37,2°	+/- 8,6	0,000
Alle 3 Äste (nicht betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	36°	+/- 9,1	0,001
1.und/oder 2. Ast (betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	33,9°	+/- 7,6	0,001
1.und/oder 2. Ast (nicht betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	32,2°	+/- 7,3	0,017
Nur 3. Ast (betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	33,9°	+/- 6,3	0,010
Nur 3. Ast (nicht betroffene Seite)	28°	+/- 6	28,3°	+/- 5,2	30,6°	+/- 5,8	0,269

Der nachfolgend diskutierte Winkel ist der sogenannte ML-NSL-Winkel. Er wird zwischen den Punkten Menton-unterer-Ramustangentenpunkt und den Punkten Nasion-Sella gemessen. Der Winkel drückt die Neigung der Mandibula in Bezug auf die anteriore Schädelbasis aus. Segner und Hasund zeigen in ihrer Arbeit eine Streuung der Werte für den ML-NSL-Winkel von 13,3 Grad bis 41,6 Grad. Der Mittelwert liegt bei 28,0 Grad. Ausgehend von diesem Mittelwert prägten Hasund und Segner für einen erhöhten ML-NSL-Winkel den Begriff „posteriore Neigung“ und bei einem verkleinerten ML-NSL-Winkel den Begriff „anteriore Neigung“. Diese Begriffe

sollen auch in dieser Arbeit Anwendung finden. Der Mittelwert der verwendeten Kontrollgruppe liegt bei 28,3 Grad und weist somit nur geringe Abweichungen von dem Mittelwert nach Hasund und Segner auf. Kahl-Nieke beschreibt in ihrer Arbeit, dass Werte kleiner 32 Grad für den Patienten horizontales Wachstum und einen skelettalen tiefen Biss zur Folge haben und Patienten mit Werten größer 36 Grad eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für vertikales Wachstum und einen skelettalen offenen Biss haben.

Die zunächst getestete Gruppe sind die Patienten mit Neurofibromatose vom disseminierten Typ. Sie weisen mit einem Mittelwert von 30,3 Grad keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe auf. Dieser Wert liegt damit dicht am Wert von Hasund und Segner.

Die nächste untersuchte Gruppe besteht aus allen fpNF-Patienten. Aufgrund der Doppelkonturen im Kieferwinkel wurden auch hier die Patienten doppelt ausgewertet. Es werden die von einem Tumor betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe und die nicht betroffene Seite gegen die Kontrollgruppe verglichen. Zudem kam noch der intraindividuelle Vergleich zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite. Die betroffene Seite zeigte für den ML-NSL-Winkel einen Mittelwert von 35,2 Grad und einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Mit diesem Mittelwert ist die betroffene Seite im Normbereich angesiedelt. Die nicht betroffene Seite zeigt einen Mittelwert von 33,3 Grad und ist ebenfalls wie die betroffene Seite signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Der Wert für den ML-NSL-Winkel der nicht betroffenen Seite befindet sich im Normintervall von 32 Grad bis 36 Grad nach Kahl-Nieke. Der Vergleich der betroffenen mit der nicht betroffenen Seite zeigt einen signifikanten Unterschied. Zu den Vergrößerungen im ML-NSL-Winkel kann es durch verschiedene Faktoren kommen. Zum einen sind die Gründe zu nennen, die auch zur Vergrößerung des Kieferwinkels geführt haben. Diese Faktoren waren das Eigengewicht des Tumors und die Lage des Tumors, die Involution der Muskulatur und das Abgeben von Wachstumsfaktoren durch den Tumor. Diese Faktoren beeinflussen die Mandibula und können zu einem vertikalen Wachstum führen. Am ML-NSL-Winkel ist die Mandibulalinie beteiligt, die durch vertikales Wachstum der Mandibula steiler zur Schädelbasis gestellt wird und somit eine Vergrößerung des ML-NSL-Winkels nach sich zieht. Ein weiterer Faktor, der zur Vergrößerung des ML-NSL-Winkels führen kann, setzt an der Nasion-Sella-Linie an. Häufig im

Zusammenhang mit Neurofibromatose diskutiert wird die Keilbeindysplasie. Hierbei kommt es zu Auflösungen von Anteilen des Keilbeins. Wenn diese Auflösungserscheinungen die hintere Keilbeinwand betrifft, kommt es auf den Röntgenbildern zu einer scheinbaren Vergrößerung der Sella. Der Sella-Punkt wird in dem Auswertungsprogramm mittig der Sella gesetzt. Wenn diese scheinbar vergrößert ist, wird die Nasion-Sella-Linie im Vergleich zur Mandibularlinie steiler angestellt und der Winkel vergrößert sich. Diese Theorie deckt sich auch mit den Ergebnissen der weiteren Tests. So zeigt sich auch die nicht direkt von einem plexiformen Tumor betroffene Seite vergrößert. Ist die NSL-Linie verändert, lässt sie sich nur einmal auswerten, da es nicht zu Doppelkonturen wie beim Kieferwinkel kommt. Ist also die NSL-Linie verändert, wirkt sich dies auch auf der nicht betroffenen Seite aus. Im Fall dieser Patientengruppe muss die Vergrößerung des ML-NSL-Winkels eine Kombination aus den Veränderungen beider Linien sein. Denn bei den Auswertungen zum Kieferwinkel haben die fpNF-Patienten nur Veränderungen auf der betroffenen Seite gezeigt. Für den ML-NSL-Winkel zeigen beide Seiten eine signifikante Vergrößerung, aber im intraindividuellen Vergleich zeigt die betroffene Seite eine signifikante Vergrößerung gegenüber der nicht betroffenen Seite, was auf die steilere Lage der Mandibularlinie zurückzuführen ist. Dass beide Linien betroffen sind, zeigen die weiteren Tests zu dem ML-NSL-Winkel. Es wird deutlich, dass man von drei Gruppen ausgehen kann. Die erste Gruppe besteht aus Kontrollgruppe und dNF-Patienten, die sich als normal im Winkel ML-NSL zeigen. Die nächste Gruppe ist die nicht betroffene Seite, die sich verändert gegenüber der Kontrollgruppe und dNF-Patienten zeigt, aber nicht so deutlich verändert ist, wie die betroffene Seite, was der gepaarte t-Test zeigt. Somit lässt sich sagen, dass die nicht betroffene Seite die NSL-Linie verändert hat und die betroffene Seite, sowohl die Mandibularlinie und die NSL-Linie.

Als nächste Gruppe wurden die Patienten, die alle drei Äste des Nervus trigeminus betroffen haben, sowohl mit ihrer betroffenen Seite als auch mit ihrer nicht betroffenen Seite gegen die Kontrollgruppe verglichen. Mit einem Mittelwert von 37,2 Grad zeigt die betroffene Seite einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Mit diesem Mittelwert über 36 Grad zeigen die Patienten auf der betroffenen Seite ein vertikales Wachstum und einen skelettalen offenen Biss. Die nicht betroffene Seite der Patienten zeigt einen signifikanten Unterschied mit einem Mittelwert für den ML-NSL-Winkel von 36 Grad zur Kontrollgruppe. Dieser Wert befindet sich im

Normintervall (Kahl-Nieke) ist aber sehr grenzwertig. Auch in dieser Patientengruppierung ist der intraindividuelle Vergleich zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite signifikant unterschiedlich. Als Begründung für diese Vergrößerungen gelten dieselben Gründe, wie bei der Gruppierung der Patienten mit plexiformem Tumor. Bei der Gruppierung, die alle Äste des Nervus trigeminus betroffen haben, ist zu sehen, dass die Auswirkungen deutlicher ausfallen. Dies ist eventuell auf die höhere Tumormasse zurückzuführen.

Die nächsten Tests wurden mit den Patienten durchgeführt, die im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind. Auch hier wurden Tests für die betroffene Seite, die nicht betroffene Seite und der intraindividuelle Test durchgeführt. Die betroffene Seite zeigte mit einem Mittelwert von 33,9 Grad einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Die betroffene Seite liegt mit ihrem Wert vom Wachstumsmuster innerhalb der Norm. Die nicht betroffene Seite ergab für den ML-NSL-Winkel einen Mittelwert von 32,2 Grad, der damit signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe ist. Mit diesem Wert liegt die nicht betroffene Seite im Normintervall des Wachstumsmusters. Der Unterschied der Mittelwerte von der betroffenen Seite und der nicht betroffenen Seite ist im intraindividuellen Test signifikant. Als Begründungen für diese signifikanten Veränderungen gelten dieselben wie bei den Gruppen zuvor. Die Mandibulalinie wird durch das Eigengewicht des Tumors, die Involution der umliegenden Muskulatur und die Abgabe von Wachstumsfaktoren beeinflusst. Die Nasion-Sella-Linie kann durch dieselben aufgeführten Faktoren beeinflusst werden, aber auch durch knöchernen Veränderungen des Keilbeins. Dass zur Veränderung der Mandibulalinie der 3. Ast des Nervus nicht von einem plexiformen Neurofibrom betroffen sein muss, ist schon in den Untersuchungen zum Kieferwinkel ersichtlich.

Als letzte Gruppe zum ML-NSL-Winkel wurden die Patienten untersucht, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus einen Tumor aufweisen. Wie bei den Gruppen zuvor wurden Tests zur betroffenen Seite, zur nicht betroffenen Seite und intraindividuell durchgeführt. Die betroffene Seite zeigte signifikante Unterschiede mit einem Mittelwert von 33,9 Grad. Die nicht betroffene Seite zeigt keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe und hat einen Mittelwert von 30,6 Grad. Die betroffene Seite liegt damit im Normintervall, die nicht betroffene Seite zeigt mit ihrem Mittelwert unter 32 Grad horizontales Wachstum und einen skelettalen tiefen Biss.

Der Unterschied zwischen der betroffenen Seite und der nicht betroffenen Seite ist signifikant. Die Tests zeigen somit, dass nur die betroffene Seite verändert wird. Dieses ist auf eine Veränderung der Mandibulalinie zurückzuführen. Wäre auch die Nasion-Sella-Linie verändert, wären beide Seiten signifikant vergrößert, was die Tests zuvor belegen. Im Test dieser Gruppe zum Kieferwinkel war ebenfalls eine Veränderung nur auf der betroffenen Seite festzustellen. Eine leichte Vergrößerung auf der nicht betroffenen Seite ist durch die Verknöcherung der Symphyse zu erklären.

4.4.3 Diskussion zum NL-NSL-Winkel

Tabelle 252: Ergebnisübersicht für den NL-NSL-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

NL-NSL-Winkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p-Wert
dNF-Pat.	8,1°	+/- 3	5,9°	+/- 2,8	6,3°	+/- 4,3	0,546
fpNF-Pat.	8,1°	+/- 3	5,9°	+/- 2,8	8°	+/- 4,1	0,012
Alle 3 Äste	8,1°	+/- 3	5,9°	+/- 2,8	9°	+/- 3,6	0,002
1.und/oder 2. Ast	8,1°	+/- 3	5,9°	+/- 2,8	7,2°	+/- 4,2	0,143
Nur 3. Ast	8,1°	+/- 3	5,9°	+/- 2,8	7,3°	+/- 3,2	0,211

Der nächste zu diskutierende Winkel ist der NL-NSL-Winkel. Dieser Winkel wird zwischen der Nasion-Sella-Linie und der Spina nasalis anterior-Pterygomaxillare-Linie gemessen. Diese Punkte waren deutlich zu setzen, und es waren keine doppelten Auswertungen angezeigt. Der Winkel drückt den Neigungsgrad des Oberkiefers in Bezug zur vorderen Schädelbasis aus. Die Werte für diesen Winkel in der Arbeit von Hasund und Segner zeigen eine weite Streuung von 1,3 Grad bis 16,5 Grad. Der Mittelwert nach Hasund und Segner für den NL-NSL-Winkel lautet 8,1 Grad. Auch für diesen Winkel werden die Begriffe anteriore Neigung bei kleinen Winkeln und posteriore Neigung bei großen Winkeln verwendet. Die in dieser Arbeit verwendete Kontrollgruppe weist einen Mittelwert von 5,9 Grad auf, ist somit kleiner und weist eine anteriore Neigung auf. Kahl-Nieke definiert einen Normbereich von 7 Grad bis 11 Grad für den NL-NSL-Winkel. Ein kleinerer Winkel bedeutet einen skelettalen offenen Biss, und ein Winkel über 11 Grad bedeutet einen skelettalen Tiefbiss.

Die erste Gruppierung, die untersucht wird, ist die der dNF-Patienten. Da es bei diesem Winkel zu keiner Aufteilung in betroffene und nicht betroffene Seite kam,

wurde nur der Winkel mit dem Wert der Kontrollgruppe verglichen. Für die dNF-Patienten ergab der Test keinen signifikanten Unterschied und einen Mittelwert von 6,4 Grad. Somit ist der Mittelwert vergrößert, und es liegt eine posteriore Neigung der Maxilla vor. Nach Kahl-Nieke liegt bei den dNF-Patienten ein skelettaler offener Biss vor.

Die nächste Gruppierung, die getestet wurde, waren die fpNF-Patienten. Sie zeigten für den NL-NSL-Winkel einen Mittelwert von 8 Grad und wiesen damit einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe auf. Der Wert ist im Vergleich zur Kontrollgruppe vergrößert, und es liegt eine posteriore Neigung der Maxilla vor. Nach Kahl-Nieke liegt die Gruppe im Normintervall. Die Vergrößerung des NL-NSL-Winkels ist mit den bereits erwähnten Faktoren zu erklären. So kann es durch Zug der Tumormasse zur Vergrößerung des Winkels kommen, oder durch die Stimulierung durch abgegebene Wachstumsfaktoren, oder durch eine Vergrößerung der Sella und der damit verbundenen steileren Stellung der Nasion-Sella-Linie erklärt werden. Aber auch eine durch zuginduzierte kaudale Verlagerung der Spina nasalis anterior ist möglich. Dies führt zu einer Öffnung des Winkels nach frontal.

Als nächstes wird die Patientengruppe untersucht, in der die Patienten in allen Ästen des Nervus trigeminus einer Seite betroffen sind. Diese Gruppe zeigt einen Mittelwert von 9 Grad für den NL-NSL-Winkel und einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Im Vergleich ist dieser Wert vergrößert, und damit liegt bei den Patienten eine posteriore Neigung der Maxilla vor. Der Mittelwert liegt im Normintervall. Als Begründung für diese Vergrößerung des NL-NSL-Winkels sind die Gründe wie bei der Gruppe zuvor zu nennen.

Die nächste Patientengruppe besteht aus den Patienten, bei denen der 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Die Gruppe hat einen Mittelwert von 7,2 Grad und zeigt keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Der Wert zeigt eine posteriore Neigung, liegt aber im Normintervall nach Kahl-Nieke. Trotz des nicht signifikanten Unterschiedes liegt eine Vergrößerung vor, die auf denselben Gründen wie zuvor dargelegt beruht.

Als letzte Gruppe werden die Patienten, bei denen nur der 3. Ast des Nervus betroffen ist, untersucht. Die Gruppe hat keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe und zeigt einen Mittelwert von 7,3 Grad. Der Mittelwert bedeutet eine

posteriore Neigung der Maxilla, die aber nicht signifikant ist. Nach Kahl-Nieke liegt dieser Wert im Normintervall. Der Tumor ist räumlich zu weit entfernt, dass er keinen signifikanten Einfluss nehmen kann.

4.4.4 Diskussion zum ML-NL-Winkel

Tabelle 253: Ergebnisübersicht für den ML-NL-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

ML-NL-Winkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p-Wert
dNF-Pat.	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	24,2°	+/- 7,2	0,232
fpNF-Pat. (betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	27,3°	+/- 6,3	0,001
fpNF-Pat. (nicht betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	25,3°	+/- 7,2	0,050
Alle 3 Äste (betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	28,2°	+/- 6,9	0,002
Alle 3 Äste (nicht betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	26,9°	+/- 7,6	0,020
1.und/oder 2. Ast (betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	26,7°	+/- 6,9	0,007
1.und/oder 2. Ast (nicht betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	25°	+/- 7,3	0,109
Nur 3. Ast (betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	26,7°	+/- 6,5	0,052
Nur 3. Ast (nicht betroffene Seite)	19,8°	+/- 4	22,4°	+/- 5,3	23,3°	+/- 6,3	0,674

Als nächster Parameter wird der zwischen der Mandibulalinie, also den Punkten Menton-unterer Ramustangentenpunkt und der Nasallinie, also den Punkten Spina nasalis anterior und Pterygomaxillare, befindliche Winkel untersucht. Dieser Winkel drückt den Neigungswinkel der Mandibula zur Basis der Maxilla aus. Nach den Untersuchungen von Hasund und Segner ergibt sich für den Mittelwert des ML-NL-Winkels 19,8 Grad. Die gemessenen Winkel weisen eine weite Wertestreuung von 7,1 Grad bis zu 34,3 Grad auf. Die in dieser Arbeit genutzte Kontrollgruppe zeigte einen Mittelwert von 22,4 Grad. Der Winkel wird auch als Interbasiswinkel

bezeichnet. Klinisch wird der Winkel zur Beurteilung von dentalen Anomalien genutzt, die zu vertikalen Abweichungen, also einem offenen oder tiefen Biss führen können. Außerdem wird der ML-NL-Winkel genutzt, wenn eine Bestimmung von Nöten ist, ob eine infolge von Platzmangel induzierte Distalisierung von Molaren im Oberkiefer und/oder Unterkiefer durchgeführt werden kann. Bei großen Werten kann aus einer Distalisierung eine Bissöffnung resultieren, welcher Effekt auch bei Distalisierungen bei kleinen Werten für den ML-NL-Winkel auftritt, was hier aber positiv zu werten ist. Nach Kahl-Nieke ist das Normintervall bei Werten zwischen 23 Grad und 25 Grad anzusiedeln. Eine Verkleinerung ist mit horizontalem Wachstum und skelettalem tiefem Biss, eine Vergrößerung hingegen mit vertikalem Wachstum und einem skelettalen offenen Biss in Verbindung zu bringen.

Die erste Gruppe, die mit der Kontrollgruppe verglichen wurde, ist die der dNF-Patienten. Die Patienten zeigen als Gruppenmittelwert für den ML-NL-Winkel einen Wert von 24,2 Grad und sind somit nicht signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Mit diesem Mittelwert liegen sie innerhalb des Normintervalls.

Die nächste Gruppierung, die untersucht wurde, ist die der fpNF-Patienten. An diesem Winkel ist die Mandibulalinie beteiligt, was schon bei anderen Winkeln zu einer doppelten Auswertung führte. Auch bei diesem Winkel wird in eine betroffene und eine nicht betroffene Seite unterschieden, die jeweils gegen die Kontrollgruppe getestet wurden, aber auch gegeneinander. Der Mittelwert für die fpNF-Patienten liegt bei 27,3 Grad für die betroffene Seite und bei 25,3 Grad für die nicht betroffene Seite. Diese Werte bedeuten einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe für die betroffene Seite und keine signifikante Veränderung für die nicht betroffene Seite. Beide Seiten liegen über dem Wert von 25 Grad, was ein vertikales Wachstum und einen skelettal offenen Biss bedeutet. Diese beidseitige Vergrößerung des Winkels ist durch einen distalisierten Durchbruch von Zähnen zu erklären. Es würde hierfür eine Durchbruchsstörung bei nur einem Zahn ausreichen, um den ML-NL-Winkel beidseitig zu vergrößern. Zu der stärkeren Vergrößerung auf der betroffenen Seite kommt es durch die Verlagerung der Mandibulalinie nach kaudal. Diese wird durch Faktoren wie das Eigengewicht des Tumors, Abgabe von Wachstumsfaktoren und die Involution von Muskulatur verursacht.

Die Gruppierung, die als nächste untersucht wurde, ist die der Patienten, bei denen alle drei Äste des Nervus trigeminus betroffen sind. Auch bei dieser Patientengruppe

wird in eine betroffene und eine nicht betroffene Seite unterschieden, die jeweils gegen die Kontrollgruppe getestet wurden, aber auch gegeneinander. Der Mittelwert für die betroffene Seite liegt bei 28,2 Grad, und für die nicht betroffene Seite liegt er bei 26,9 Grad. Diese Werte bedeuten für beide Seiten einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Die Werte liegen über dem Wert von 25 Grad, was ein vertikales Wachstum und einen skelettal offenen Biss bedeutet. Bei dieser Gruppierung sind die Begründungen für die Vergrößerungen der Winkel dieselben wie bei der Gruppe zuvor.

Die Patienten, die im 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus einen Tumor aufweisen, bilden die nächste Gruppe, die im ML-NL-Winkel verglichen werden. Für diese Gruppe werden sowohl die betroffene Seite mit einem Mittelwert von 26,7 Grad als auch die nicht betroffene Seite mit einem Mittelwert von 25 Grad gegen die Kontrollgruppe und gegeneinander getestet. Beide Seiten zeigen gegenüber der Kontrollgruppe aber auch gegeneinander signifikante Unterschiede. Die betroffene Seite zeigt mit ihrem Mittelwert vertikales Wachstum und einen skelettal offenen Biss, die nicht betroffene Seite liegt mit ihrem Wert noch im Normintervall. Auch diese Gruppierung an Patienten zeigt eine beidseitige Vergrößerung des ML-NL-Winkels. Beide Seiten sind vom distalisierten Zahndurchbruch verändert, und die betroffene Seite zeigt eine zusätzliche Vergrößerung durch die Veränderungen an der Mandibulalinie.

Die letzte Patientengruppe, die zum ML-NL-Winkel untersucht worden ist, ist die der Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen sind. Die betroffene Seite zeigt einen Mittelwert von 26,7 Grad und ist damit signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Sie zeigt damit vertikales Wachstum und einen skelettal offenen Biss. Die nicht betroffene Seite hat einen Mittelwert des ML-NL-Winkels von 23,3 Grad und ist damit nicht signifikant unterschiedlich. Der Mittelwert liegt damit im Normintervall. Die Ergebnisse zeigen, dass es nur zu Vergrößerungen des ML-NL-Winkels auf beiden Seiten kommt, wenn der 1. und/oder 2. Trigeminusast betroffen ist. Wenn nur der 3. Ast betroffen ist, zeigen beide Seiten keine signifikante Vergrößerung.

4.4.5 Diskussion zum Index

Tabelle 254: Ergebnisübersicht für den Index (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

Index	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p- Wert
dNF-Pat.	80%	+/- 9	81%	+/- 7	76,5%	+/- 8,5	0,011
fpNF-Pat.	80%	+/- 9	81%	+/- 7	77,7%	+/- 7	0,033
Alle 3 Äste	80%	+/- 9	81%	+/- 7	75,9%	+/- 6,1	0,015
1.und/oder 2. Ast	80%	+/- 9	81%	+/- 7	77,9%	+/- 7,9	0,099
Nur 3. Ast	80%	+/- 9	81%	+/- 7	78,4%	+/- 4,5	0,312

Der nächste ausgewertete Punkt ist der Index der vorderen Gesichtshöhe. Der Index ist ein Quotient und drückt die Beziehung der mittleren Gesichtshöhe zur unteren Gesichtshöhe als Prozentzahl aus. Die mittlere Gesichtshöhe wird zwischen Nasion und Sp' gemessen und die untere Gesichtshöhe zwischen Sp' und Menton. Die Veränderungen, die der Test zeigt, sind nur schlecht der mittleren oder der unteren Gesichtshöhe zuzuordnen, da bei einem Index die Veränderung im Nenner oder im Zähler auftreten kann. Meist zeigt die untere Gesichtshöhe Varianzen, wobei es auch durch Strukturveränderungen, wie sie bei der untersuchten Krankheit vorliegen in der mittleren Gesichtshöhe zu Veränderungen kommt. Dass es in beiden Gesichtshöhen zu knöchernen Veränderungen kommt, zeigen die Untersuchungen zum ML-NL-Winkel und zum NL-NSL-Winkel. Nach Hasund und Segner gibt es Variationen im Wert für den Index zwischen 62% bis 99,5%. Der Durchschnittswert in ihren Untersuchungen lag bei 80,1%. Der Index wird genutzt zur Beurteilung der vertikalen Beziehungen, wie offener und tiefer Biss. Zur Vereinfachung wurde eine Klassifizierung für den Index in drei Gruppen vorgenommen. Ein Wert unter 71% fällt in die Gruppe O, Werte über 71% und unter 89% werden mit N bezeichnet und Werte über 89% fallen in die Gruppe T. Ausgewogene Proportionen der vorderen Gesichtshöhe liegen bei 80% vor. Die Kontrollgruppe für die durchgeführten Tests zeigt einen Mittelwert von 81% und fällt damit in die Gruppe N.

Für die erste Gruppierung wurden alle Patienten mit dem Befund NF1 zusammengefasst und mit der Kontrollgruppe verglichen. Sie zeigten mit einem Wert von 77,1% einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Der Mittelwert für alle NF1-Patienten liegt damit im Bereich von N. Die Abweichungen sind signifikant, lassen sich aber nicht zuordnen, an welchem Teil der vorderen

Gesichtshöhe es zu den Abweichungen kommt. Der Wert ist gegenüber der Kontrollgruppe verkleinert, was für eine Verlängerung des Gesichts spricht.

Die nächste im Index untersuchte Gruppierung waren die Patienten vom disseminierten Neurofibromatose-Typ. Sie zeigten einen Mittelwert von 76,5% und sind damit signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Mit diesem Wert liegen sie in der Gruppe N. Das Gesicht ist verlängert und neigt zum offenen Biss. Dies liegt an den Veränderungen, die schon beim ML-NL-Winkel und beim NL-NSL-Winkel dargelegt wurden. Der ML-NL-Winkel zeigt eine Vergrößerung für die disseminierten Patienten, was durch einen distalisierten Zahndurchbruch bedingt ist. Daraus resultiert eine Verlängerung der unteren Gesichtshöhe, und damit wird der Quotient kleiner.

Die Patienten mit fpNF bilden die nächste Gruppierung. Sie zeigten im Mittelwert einen Wert von 77,7% und waren damit signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Sie liegen mit ihrem Mittelwert für den Index in der Gruppe N. Die plexiformen Patienten neigen zum offenen Biss. Der Wert ist aber geringer als bei den disseminierten Patienten, da hier beide Gesichtshöhen verändert sind, was aus den Winkeln ML-NL und NL-NSL hervor geht. Beide Höhen sind vergrößert, und somit bleibt der Quotient relativ stabil.

Die nächste Gruppe wird von den Patienten gebildet, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus von einem plexiformen Neurofibrom betroffen sind. Für den Index zeigt diese Gruppe einen Mittelwert von 78,4%. Der Mittelwert ist signifikant unterschiedlich zum Mittelwert der Kontrollgruppe und liegt in der Gruppe N. Diese Gruppierung zeigt nur einen vergrößerten ML-NL-Winkel, was für eine Verlängerung der unteren Gesichtshöhe spricht. Damit wird der Nenner größer und der Wert für den Index geringer.

Die Patienten, bei denen der 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist, zeigen für den Index einen Mittelwert von 77,9%. Sie liegen damit in der N Gruppe und zeigen keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe. Die Veränderungen im ML-NL-Winkel und im NL-NSL-Winkel sind ebenfalls so gering bei dieser Gruppe von Patienten, dass von keiner signifikanten Verlängerung der vorderen Gesichtshöhe ausgegangen werden kann.

Die letzte Gruppe von Patienten bilden die Patienten, bei denen alle drei Äste betroffen sind. Sie zeigen einen Mittelwert von 75,9% für den Index, und dieser ist signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Auch sie gehören mit dem Wert in die Gruppe N. Die Patienten zeigen auch hier wie im ML-NL-Winkel und im NL-NSL-Winkel die deutlichsten Veränderungen. Sowohl die mittlere Gesichtshöhe als auch die untere Gesichtshöhe sind vergrößert, was auch zu einer Gesamtverlängerung führt, was am Indexwert unter 80% zu sehen ist.

4.4.6 Diskussion zum SNA-Winkel

Tabelle 255: Ergebnisübersicht für den SNA-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Kontrollgruppe)

SNA-Winkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p-Wert
dNF-Pat.	82°	+/- 3	82,1°	+/- 4,3	81,5°	+/- 4,6	0,543
fpNF-Pat.	82°	+/- 3	82,1°	+/- 4,3	81,7°	+/- 5,6	0,720
Alle 3 Äste	82°	+/- 3	82,1°	+/- 4,3	81,1°	+/- 5,1	0,476
1. und/oder 2. Ast	82°	+/- 3	82,1°	+/- 4,3	82,4°	+/- 5,9	0,834
Nur 3. Ast	82°	+/- 3	82,1°	+/- 4,3	81,7°	+/- 5,9	0,820

Der SNA-Winkel drückt die anteriore-posteriore Position des A-Punktes zur anterioren Schädelbasis aus, die durch die Nasion-Sella-Linie angegeben wird. Klinisch bezeichnet der Winkel die sagittale Position der Maxilla. Untersuchungen von Hasund und Segner ergaben für den Winkel einen Wertebereich von 72,2 Grad bis 91,1 Grad und einen Mittelwert von 81,9 Grad. Bei Werten über 85 Grad wird von einer prognathen Stellung der Maxilla gesprochen, bei Werten zwischen 79 Grad und 85 Grad ist die Maxilla orthognath, und bei Werten unter 79 Grad ist sie retrognath. Die Kontrollgruppe, die dieser Arbeit als Referenz zugrunde liegt, zeigt für den SNA-Winkel einen Mittelwert von 82,1 Grad, womit eine orthognathe Stellung der Maxilla vorliegt.

Die erste Gruppe wird von den dNF-Patienten gebildet. Sie zeigen für den SNA-Winkel einen Mittelwert von 81,5 Grad, was zu keinem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe führt. Die dNF-Patienten haben damit eine orthognathe Stellung der Maxilla im Bezug zur Nasion-Sella-Linie.

Die nächste Patientengruppe sind die Patienten mit einem fpNF im Nervus trigeminus. Sie zeigen einen Mittelwert von 81,7 Grad. Sie sind nicht signifikant

unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Die Patienten haben eine orthognathe Lage der Maxilla.

Die Patientengruppe, die ein fpNF in allen Ästen des Nervus trigeminus einer Seite aufweisen, zeigen im SNA-Winkel einen Mittelwert von 81,1 Grad. Der Vergleich zur Kontrollgruppe im SNA-Winkel zeigt keinen signifikanten Unterschied. Auch bei diesen Patienten liegt eine orthognathe Lage der Maxilla zur vorderen Schädelbasis vor.

Patienten, bei denen der 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus mit einem fpNF betroffen ist, bilden die nächste Patientengruppe, die im SNA-Winkel untersucht wird. Für den SNA-Winkel zeigte die Patientengruppe einen Mittelwert von 82,4 Grad. Der Test zeigte keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Trotz einer Verminderung des SNA-Winkels ist eine orthognathe Lage der Maxilla zur Schädelbasis zu erkennen.

Die letzte Patientengruppe wird von den Patienten mit fpNF im 3. Ast des Nervus trigeminus gebildet. Der Mittelwert für den SNA-Winkel bei dieser Gruppe liegt bei 81,7 Grad. Die Patienten zeigen keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Es liegt bei diesem Mittelwert eine orthognathe Lage der Maxilla vor.

Die Ergebnisse zeigen, dass es zu keiner knöchernen Veränderung kommt, die die Lage der Maxilla in der sagittalen Ebene verändert. Alle Veränderungen, die im Vorwege auftraten, wurden durch vertikal auftretende Veränderungen erzeugt. Im SNA-Winkel kommt es zu sehr geringen Abweichungen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Diese geringen Abweichungen sind aber immer verkleinert gegenüber der Kontrollgruppe, was an einer Veränderung der vorderen Schädelbasis liegt.

4.4.7 Diskussion zum SNB-Winkel

Tabelle 256: Ergebnisübersicht für den SNB-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

SNB-Winkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p-Wert
dNF-Pat.	80°	+/- 3	79,9°	+/- 3,7	79°	+/- 4,6	0,348
fpNF-Pat.	80°	+/- 3	79,9°	+/- 3,7	76,9°	+/- 5,1	0,006
Alle 3 Äste	80°	+/- 3	79,9°	+/- 3,7	76,3°	+/- 4,8	0,006
1.und/oder 2. Ast	80°	+/- 3	79,9°	+/- 3,7	77,8°	+/- 5,3	0,077
Nur 3. Ast	80°	+/- 3	79,9°	+/- 3,7	77,1°	+/- 5,7	0,094

Der SNB-Winkel drückt, wie der SNA-Winkel für die Maxilla, die anterior-posteriore Lage der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis aus. Der Winkel wird zwischen der Nasion-Sella-Linie und der Nasion-B-Punkt-Linie gemessen. Untersuchungen von Hasund und Segner ergaben einen Wertebereich von 72,2 Grad bis 88 Grad. Der Mittelwert liegt bei 79,8 Grad. Wie beim SNA-Winkel wird auch hier eine Deutung der Werte vorgenommen. Ein Wert zwischen 77 Grad und 83 Grad zeigt eine orthognathe Lage der Mandibula. Werte unter 77 Grad weisen auf eine retrognathe Lage und Werte über 83 Grad weisen auf eine prognathe Lage der Mandibula hin. Die in dieser Arbeit als Referenz fungierende Kontrollgruppe zeigt für den SNB-Winkel einen Mittelwert von 79,9 Grad. Die Lage der Mandibula zur vorderen Schädelbasis ist damit orthognath.

Die erste Gruppe, die mit der Kontrollgruppe verglichen wird, besteht aus allen NF1-Patienten zusammen. Sie zeigen einen Mittelwert für den SNB-Winkel von 78,1 Grad. Dieser Wert ist nicht signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe. Die Lage der Mandibula ist somit orthognath, zeigt aber einen Trend zur retrognathen Lage der Mandibula.

Die nächste Gruppe, die mit der Kontrollgruppe verglichen wird, ist die der Patienten mit dNF. Die Gruppe zeigt im SNB-Winkel einen Mittelwert von 79 Grad, was eine orthognathe Lage der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis bedeutet. Dieser Wert zeigt keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe.

Die Patienten mit fpNF bilden die nächste Gruppe, die im SNB-Winkel untersucht wurde. Sie zeigen einen Mittelwert von 76,9 Grad. Mit diesem Wert zeigt die

Patientengruppe einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Die Mandibula zeigt bei Patienten mit fpNF eine retrognathe Lage in Relation zur vorderen Schädelbasis. Diese Verlagerung in der sagittalen Ebene ist mit dem Eigengewicht des Tumors zu erklären. Das Eigengewicht verändert sowohl den SNB-Winkel als auch den Kieferwinkel. Der Kieferwinkel wird größer, es findet eine Rotation um den Kieferwinkel statt. Diese Rotation führt zu einer kaudal-dorsal Verlagerung des B-Punktes und erklärt die Verkleinerung des SNB-Winkels und die damit verbundene retrognathe Lage der Mandibula.

In der nächsten Gruppe werden die Patienten untersucht, die in allen drei Ästen des Nervus trigeminus ein fpNF aufweisen. Sie zeigten einen Mittelwert für den SNB-Winkel von 76,3 Grad. Mit den Werten zum SNB-Winkel zeigte die Patientengruppe einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Die Mandibula zeigt mit einem SNB-Winkel unter 77 Grad eine retrognathe Lage in Relation zur vorderen Schädelbasis. Diese Patientengruppe hat die größte Winkelveränderung, was auf das größte Eigengewicht des Tumors zurückzuführen ist. Auch hier führt das Eigengewicht zur Rotation um den Kieferwinkel und somit zu einer kaudal-dorsalen Verlagerung des B-Punktes. Damit ist die retrognathe Lage der Mandibula in Relation zur vorderen Schädelbasis zu erklären.

Patienten, bei denen der 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus mit einem fpNF betroffen ist, bilden die nächste Patientengruppe, die im SNB-Winkel untersucht wurde. Für den SNB-Winkel zeigte die Patientengruppe einen Mittelwert von 77,8 Grad. Der Test zeigte keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Nach einer Bereinigung durch eine Ancova fürs Alter und Geschlecht wurde der Unterschied signifikant. Dies ist auf die Abhängigkeit vom Alter zurückzuführen. Trotz einer Verminderung des SNB-Winkels ist eine orthognathe Lage der Mandibula zu erkennen. Das Eigengewicht führt auch bei dieser Gruppe zu Veränderungen, die aber im SNB-Winkel nicht so deutlich ausfallen, dass ein signifikanter Unterschied vorliegt. Es ist ein klarer Trend zur retrognathen Lage der Mandibula zu erkennen.

Die letzte Gruppe wird von den Patienten gebildet, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus ein fpNF aufweisen. Sie zeigen einen Mittelwert von 77,1 Grad für den SNB-Winkel. Es ist kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe festzustellen. Mit diesem Mittelwert liegt gerade noch eine orthognathe Lage der Mandibula vor mit einem deutlichen Trend zur retrognathen Lage. Auch hier zeigen die Veränderungen

durch das Eigengewicht Auswirkungen, jedoch sind sie nicht signifikant unterschiedlich zur Kontrollgruppe.

4.4.8 Diskussion zum ANB-Winkel

Tabelle 257: Ergebnisübersicht für den ANB-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)

ANB-Winkel	Mittelwert Hasund/Segner	Std.-Abw. Hasund/Segner	Mittelwerte Kontrollgr.	Std.-Abw. Kontrollgr.	Mittelwerte Lehmann	Std.-Abw. Lehmann	p-Wert
dNF-Pat.	2,1°	+/- 2	2,2°	+/- 2	2,7°	+/- 4	0,557
fpNF-Pat.	2,1°	+/- 2	2,2°	+/- 2	4,8°	+/- 3,8	0,001
Alle 3 Äste	2,1°	+/- 2	2,2°	+/- 2	5,1°	+/- 4,3	0,004
1.und/oder 2. Ast	2,1°	+/- 2	2,2°	+/- 2	4,6°	+/- 3,8	0,004
Nur 3. Ast	2,1°	+/- 2	2,2°	+/- 2	4,6°	+/- 3,1	0,011

Der ANB-Winkel setzt die sagittale Position der Maxilla in Relation zur Mandibula. Die Relation zur Lage der Kieferbasen zueinander wird in drei Klassen eingeteilt. Es gibt die ventral Lage bei Werten unter 0 Grad, es gibt die neutral Lage bei Werten von 0 Grad bis 4 Grad und es gibt die dorsal Lage bei Werten über 4 Grad. Der Winkel wird zwischen der A-Punkt-Nasion-Linie und der Nasion-B-Punkt-Linie gemessen. Wenn der A-Punkt vor der Nasion-B-Punkt-Linie liegt, zeigt der ANB-Winkel positive Werte. Liegt der A-Punkt hinter der Linie, ergeben sich negative ANB-Werte. Sollten der A-Punkt und der B-Punkt sich auf einer Linie zum Nasion befinden, ergibt der Winkel 0 Grad. In der Arbeit von Hasund und Segner wurde ein Streuungsintervall der Werte von -3,1 Grad bis 7,8 Grad festgestellt mit einem Mittelwert bei 2,1 Grad. Die Kontrollgruppe dieser Arbeit zeigt einen Mittelwert von 2,2 Grad. Damit liegt eine neutrale Lage der Kieferbasen zueinander vor.

Als erste Gruppe wurden alle NF1-Patienten zusammengefasst und mit der Kontrollgruppe verglichen. Die Gruppe zeigte einen Mittelwert von 3,6 Grad. Der Vergleich zwischen der Patientengruppe und der Kontrollgruppe zeigt keinen signifikanten Unterschied. Der Mittelwert zeigt die Lage des A-Punktes vor der Nasion-B-Punkt-Linie und damit eine neutrale Lage der Maxilla zur Mandibula. Im Vergleich zur Kontrollgruppe ist ein Trend zur dorsalen Lage zu erkennen.

Die Patienten mit dNF bilden die nächste Patientengruppe. Für sie ergab der Test einen Mittelwert von 2,7 Grad für den ANB-Winkel. Es ist kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe zu erkennen. Die Maxilla ist in Relation zur Mandibula in einer neutralen Lage.

Patienten mit einem fpNF bilden die nächste Gruppe, die gegen die Kontrollgruppe untersucht wurde. Die Untersuchungen ergaben für die Gruppe im ANB-Winkel einen Mittelwert von 4,8 Grad, und die Patienten zeigten signifikante Unterschiede zur Kontrollgruppe. Mit einem Mittelwert über 4 Grad zeigt die Patientengruppe eine dorsale Lage der Mandibula in Relation zur Maxilla. Diese Veränderungen sind wie beim SNB-Winkel mit einer Verlagerung des B-Punktes nach kaudal-dorsal zu erklären. Die Rotation um den Kieferwinkel, die dieses bewirkt, findet aufgrund des Eigengewichtes des Tumors statt.

Die nächste Patientengruppe wird von den Patienten gebildet, bei denen alle drei Äste des Nervus trigeminus einer Seite ein fpNF aufweisen. Diese Gruppe zeigt einen Mittelwert des ANB-Winkels von 5,1 Grad. Es liegt in dem Test ein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe vor. Der Mittelwert liegt deutlich über 4 Grad, und damit liegt eine dorsale Lage der Mandibula in Relation zur Maxilla vor. Auch hier sorgt das Eigengewicht des Tumors für eine Verlagerung des B-Punktes nach caudal-dorsal und somit für eine Vergrößerung des ANB-Winkels.

Die Gruppe der Patienten, bei denen der 1. und/oder 2. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist, zeigen einen Mittelwert von 4,6 Grad. Bei dieser Gruppe ist ebenfalls ein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe festzustellen. Mit einem Mittelwert über 4 Grad liegt eine dorsal Lage der Mandibula in Relation zur Maxilla vor. Durch das Eigengewicht des Tumors induzierte knöcherne Veränderungen, die eine Rotation der Mandibula um den Kieferwinkel bewirken, wird der B-Punkt nach caudal-dorsal verlagert, und der ANB-Winkel vergrößert sich.

Die letzte Patientengruppe wird von den Patienten gebildet, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus einer Seite ein fpNF aufweisen. Diese Gruppe zeigt einen Mittelwert des ANB-Winkels von 4,6 Grad. Der Test zeigt einen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe. Der Mittelwert liegt über 4 Grad, und damit liegt eine dorsal Lage der Mandibula in Relation zur Maxilla vor. Auch hier sorgen die Faktoren Eigengewicht des Tumors, Abgabe von Wachstumsfaktoren und die Involution der umliegenden Muskulatur für eine Verlagerung des B-Punktes nach kaudal-dorsal und somit für eine Vergrößerung des ANB-Winkels.

5. Zusammenfassung der Dissertation

Analyse skelettaler Fehlbildungen des Schädels

bei Neurofibromatose 1

Eine röntgen-kephalometrische Studie in der Sagittalebene

von Jan-Marten Lehmann

Die folgende Zusammenfassung der Testergebnisse ist in die einzelnen untersuchten Werte aufgeteilt, wie es auch im Ergebnisteil der Dissertation angewandt wurde.

Zusammenfassung der Ergebnisse zum Kieferwinkel

Die Testergebnisse zum Kieferwinkel werden in den nachfolgenden Tabellen zur Übersichtlichkeit kurz zusammengefasst. Die Ergebnisse werden zunächst für die t-Tests der gesamten Testgruppen gegen die Kontrollgruppe, sowohl für die betroffene Seite und die nicht betroffene Seite, angezeigt.

Tabelle 59 Testergebnisse der t-Tests für den Kieferwinkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Betroffen	Nicht betroffen
Alle NF1	+	-
dNF	/	-
fpNF	+	-
3 Äste zugleich	+	-
Nur 3. Ast	-	-
1.und/oder 2. Ast	+	-

- Kein signifikanter Unterschied; + signifikanter Unterschied; / keine Unterscheidung in betroffen/nicht betroffen

Die Tabelle zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in der linken Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor. Die letzte Spalte zeigt die Testergebnisse für die nicht betroffene Seite.

Für die gepaarten t-Tests, bei denen die betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite verglichen wird, ergeben sich die folgend tabellarisch dargestellten Ergebnisse:

Tabelle 60 Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den Kieferwinkel tabellarisch aufgeführt

Gruppe	Intraindividueller Unterschied
Alle fpNF-Patienten	+
Alle 3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite
 + signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite

Es lässt sich immer eine signifikante Veränderung im Kieferwinkel auf der betroffenen Seite feststellen, wenn es zu einem plexiformen Neurofibrom im Nervus trigeminus kommt. Hierbei ist zu beobachten, dass es zu höchst signifikanten Unterschieden im Kieferwinkel kommt, wenn die ersten beiden Äste des Nervus trigeminus betroffen sind.

Die nicht betroffene Seite zeigt keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe, aber auch der Vergleich mit der betroffenen Seite zeigt, dass es zu deutlichen Unterschieden kommt. Somit kann man die nicht betroffene Seite als nicht verändert ansehen.

Durch die Untersuchung lässt sich festhalten, dass es nur auf der Seite des Tumors zu Veränderungen kommt, ohne Berücksichtigung der Lokalisation im Nervus trigeminus.

Abschließendes Fazit zum ML-NSL-Winkel

Die Testergebnisse werden auch für den ML-NSL-Winkel zunächst tabellarisch zur Übersicht zusammengestellt. In der folgenden Tabelle werden die t-Testergebnisse für die betroffene und die nicht betroffene Seite in den Gruppen zusammengefasst.

Tabelle 106 Testergebnisse der t-Tests für den ML-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Betroffen	Nicht betroffen
Alle NF1	+	+
dNF	/	-
fpNF	+	+
3 Äste zugleich	+	+
1.und/oder 2. Ast	+	+
Nur 3. Ast	+	-

- Kein signifikanter Unterschied; + signifikanter Unterschied; / keine Unterscheidung in betroffen/nicht betroffen

Die Tabelle zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in einer Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor. Die letzte Spalte zeigt die Testergebnisse für die nicht betroffene Seite.

Für die gepaarten t-Tests, bei denen die betroffene Seite mit der nicht betroffenen Seite verglichen werden, ergeben sich die nachfolgend tabellarisch dargestellten Ergebnisse.

Tabelle 107 Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den ML-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt

Gruppe	Intraindividueller Unterschied
Alle fpNF-Patienten	+
Alle 3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite
 + signifikanter Unterschied zwischen betroffener und nicht betroffener Seite

Es ist aus den Testergebnissen deutlich zu erkennen, dass es auf der Seite des Tumors zu einer Vergrößerung des ML-NSL-Winkels kommt. Hierbei sind der betroffene Ast oder die Anzahl der betroffenen Äste beim intraindividuellen Vergleich nicht relevant. Interessant ist, dass es auch auf der nicht betroffenen Seite zu deutlichen Veränderungen kommen kann. Zu diesen Veränderungen kommt es bei allen Kombinationen der Äste, die getestet wurden, außer bei dem Test, bei dem, im Vergleich zur Kontrollgruppe, nur der 3. Ast betroffen ist. Liegt ein Tumor im 3. Ast des Nervus trigeminus vor, wirkt sich dieser nur auf der Seite aus, auf der sich der Tumor befindet. Dieses liegt daran, dass der Tumor nur den Kieferwinkel der betroffenen Seite verändert und somit nur auf der betroffenen Seite die Steilheit der

Mandibulalinie beeinflusst. Die Veränderung der Mandibulalinie wird durch die Doppelauswertung deutlich. Es stellen sich zum Teil zwei deutlich unterschiedliche Konturen da. Wenn nun eine Auswertung sich als gesund darstellt, wie beim Kieferwinkel festgestellt, kann es zu einer Veränderung nur auf einer Gesichtsseite kommen, wie es der Fall ist, wenn nur der 3. Ast des Nervus trigeminus betroffen ist. Sind auch andere Äste des Nervus trigeminus betroffen, kommt es zu Veränderungen der Schädelbasis, was auch die Veränderungen auf der nicht betroffenen Seite erklärt. Wenn andere Äste des Nervus trigeminus betroffen sind, ist eine Abstufung in den Veränderungen festzustellen. Es gibt die Normgruppe, die als gesund feststeht, dann ist als zweites die nicht betroffene Seite verändert und zwar signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe, und als dritte Gruppe gibt es die betroffene Seite.

Die Patienten mit dNF weisen keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe auf und sind somit im ML-NSL-Winkel nicht verändert.

In den gepaarten t-Tests wird deutlich, dass die Veränderung immer deutlich und signifikant ist. Wenn nur der 3. Ast betroffen ist, kommt es zu keinem signifikanten Unterschied.

Die Tests zum ML-NSL-Winkel zeigen immer eine Vergrößerung des Mittelwertes für die Patienten, die somit ein generell verlängertes Gesicht aufweisen und man damit von einem skelettal verlängerten Gesicht, einem sogenannten Longface, reden kann.

Abschließendes Fazit zum NL-NSL-Winkel

Die Testergebnisse für den NL-NSL-Winkel in einer tabellarischen Übersicht. Es werden die Ergebnisse für die Tests für die betroffene und die nicht betroffene Seite in den Gruppen gegen die Kontrollgruppe angezeigt.

Tabelle 126 Testergebnisse der t-Tests für den NL-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-
dNF	-
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1.und/oder 2. Ast	-
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Die Tabelle zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in einer Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor.

Die Tests zeigen, dass es zu signifikanten Unterschieden im NL-NSL-Winkel kommen kann. Die NF1-Patienten und die dNF-Patienten zeigen keine Signifikanzen auf und sind somit für diesen Winkel als normal zu betrachten. Da die letzten beiden Tests keine Signifikanzen aufweisen, kann man keinen Rückschluss auf einen Ast machen. Nur wenn alle drei Äste zugleich betroffen sind, ist ein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe festzustellen.

Da man nicht den einzelnen Ästen eine verändernde Wirkung zusprechen kann, muss eine weitere Möglichkeit, die auch schon frühzeitig häufig diskutiert wurde, in Betracht gezogen werden. Eine Vergrößerung der Sella könnte mit an einer Winkelzunahme beteiligt sein, da in Dental Vision ihr Mittelpunkt als Punkt gesetzt wird. Wenn jetzt eine Ausweitung der Sella nach kaudal vorliegt, kommt es zu einer Vergrößerung des NL-NSL-Winkels.

Abschließendes Fazit zum ML-NL-Winkel

Für den ML-NL-Winkel zunächst eine tabellarische Übersicht der Testergebnisse. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Testergebnisse der t-Tests der Gruppen mit der betroffenen und der nicht betroffenen Seite gegen die Kontrollgruppe.

Tabelle 172 Testergebnisse der t-Tests für den ML-NL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Betroffen	Nicht betroffen
Alle NF1	+	-
dNF	/	-
fpNF	+	-
3 Äste zugleich	+	+
1. und/oder 2. Ast	+	-
Nur 3. Ast	-	-

- Kein signifikanter Unterschied; + signifikanter Unterschied; / keine Unterscheidung in betroffen/nicht betroffen

Die Tabelle zeigt die Gruppen, die für die Untersuchungen gebildet wurden, in einer Spalte. Die nächste Spalte zeigt die Testergebnisse für die von einem fpNF

betroffene Seite. Bei einem + ist die betroffene Seite signifikant verändert, bei einem – ist kein signifikanter Unterschied vorhanden, bei einem / liegt keine Differenzierung vor. Die letzte Spalte der Tabelle zeigt die Testergebnisse für die nicht betroffene Seite.

Die Testergebnisse für die gepaarten t-Tests werden nachfolgend zusammengefasst. Sie zeigen den intraindividuellen Vergleichen der betroffenen Seite mit der nicht betroffenen Seite.

Tabelle 173 Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den ML-NL-Winkel tabellarisch

Gruppe	Intraindividueller Unterschied
Alle fpNF-Patienten	+
Alle 3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite
 + signifikanter Unterschied zwischen der betroffenen und der nicht betroffenen Seite

Die Tests zeigen, dass es auf der betroffenen Seite zu signifikanten Veränderungen, auf der nicht betroffenen Seite nur wenn alle 3 Äste zugleich betroffen sind. Ansonsten ist die nicht betroffene Seite auch nicht signifikant verändert. Diese Veränderung ist auf die Veränderung der Angulation der Mandibulalinie zurückzuführen. In den intraindividuellen Tests zwischen der betroffenen Seite und der nicht betroffenen Seite wird deutlich, dass die Seiten immer signifikant unterschiedlich sind.

Abschließendes Fazit zum Index

Die Testergebnisse zum Index werden nachfolgend tabellarisch zusammengefasst. Hierbei werden die Unterschiede der Gruppen zur Kontrollgruppe deutlich.

Tabelle 192 Testergebnisse der t-Tests für den Index tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	+
dNF	+
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1. und/oder 2. Ast	-
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Der Index zeigt für die unterschiedlichen Gruppen auch unterschiedliche Ergebnisse. So ist der Index bei Patienten vom disseminierten Typ und auch vom plexiformen Typ signifikant verändert. Hingegen haben die Patienten, die nur im 3. Ast des Nervus trigeminus oder die Patienten die im 1. und/oder 2. Ast betroffen sind, keinen signifikanten Unterschied. Die Patienten, die einen Tumor in allen drei Ästen des Nervus trigeminus zugleich aufweisen, zeigen auch eine hohe Signifikanz für Veränderungen im Index auf.

Abschließendes Fazit zum SNA-Winkel

Für den SNA-Winkel ergeben sich die folgend tabellarisch zusammengefassten Ergebnisse. Es wird jeweils der Unterschied der Gruppen zu der Kontrollgruppe herausgearbeitet:

Tabelle 211 Testergebnisse der t-Tests für den SNA-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-
dNF	-
fpNF	-
3 Äste zugleich	-
1.und/oder 2. Ast	-
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe
 + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Da es bei allen durchgeführten Tests zu keinem signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe kommt, ist von keiner skelettalen Beeinflussung des SNA-Winkels auszugehen. Die Maxilla ist somit in Bezug zur vorderen Schädelbasis als normal lokalisiert anzusehen. Sowohl die Patienten mit dNF und auch die Patienten mit fpNF sind als normal anzusehen.

Abschließendes Fazit zum SNB-Winkel

Die Testergebnisse zum SNB-Winkel sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Sie zeigt die Gruppen und den Unterschied zur Kontrollgruppe, ob er signifikant ist oder nicht. Es sind die Ergebnisse nach der Bereinigung durch eine Ancova in rot dargestellt, die abweichen.

Tabelle 230 Testergebnisse der t-Tests für den SNB-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-/+
dNF	-
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1.und/oder 2. Ast	-/+
Nur 3. Ast	-

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Der SNB-Winkel zeigt in den Tests verschiedene Ergebnisse. So ergibt der Test zu den dNF-Patienten, dass sie keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe zeigen. Somit sind die dNF-Patienten im SNB-Winkel als normal anzusehen. Zu signifikanten Veränderungen im SNB-Winkel kommt es, wenn faciale plexiforme Neurofibrome vorliegen. Dies zeigt der Test mit allen fpNF-Patienten.

Abschließendes Fazit zum ANB-Winkel

Die Testergebnisse werden nachfolgend tabellarisch zusammengefasst. Sie zeigen die Unterschiede des ANB-Winkels der Gruppen zu der Kontrollgruppe. Die abweichenden Testergebnisse der Ancova sind in der Tabelle in rot dargestellt.

Tabelle 249 Testergebnisse der t-Tests für den ANB-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe

Gruppe	Unterschied
Alle NF1	-/+
dNF	-
fpNF	+
3 Äste zugleich	+
1.und/oder 2. Ast	+
Nur 3. Ast	+

- Kein signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe; + signifikanter Unterschied zur Kontrollgruppe

Der ANB-Winkel drückt die Lage der Maxilla und der Mandibula zueinander aus. Aus den Tests geht hervor, dass dNF-Patienten eine normale Lage der Kiefer zueinander haben. Patienten mit fpNF zeigen jedoch immer eine Veränderung in der Lage der Kiefer zueinander. Somit lässt sich festhalten, dass es immer zu Veränderung in der Lage der Kiefer zueinander kommt, wenn ein plexiformer Tumor im Nervus trigeminus vorliegt.

Zusammenfassung der Diskusssion

Im Diskussionsteil der Dissertation wird über die Zuverlässigkeit der Referenzpunkte, über die seitliche Fernröntgentechnik, über die Asymmetrie und die biologische Variation des Menschen diskutiert. Anschließend wird jeder untersuchter Wert einzeln diskutiert und für die Testergebnisse, Referenzwerte von Hasund/Segner und Kahl-Nieke hinzugezogen.

Bei der vorliegenden Untersuchung kommt es zu signifikanten Veränderungen an den untersuchten skelettalen Parametern, wenn ein plexiformer Krankheitstyp vorliegt. Dies trifft nicht für Personen mit einem disseminierten Krankheitstyp zu. Sie sind als skelettal gesund anzusehen und bilden damit keine eigene Kategorie als Ausprägungsform. Die beeinflussenden Faktoren Alter und Geschlecht wurden in der vorliegenden Arbeit durch Ancovas ausgeschlossen. Durch diesen Ausschluss ist bewiesen, dass es nur durch plexiforme Tumoren im Nervus trigeminus zu skelettalen Veränderungen kommt.

6. Literatur

Adrian C (1901) Über Neurofibromatose und ihre Komplikationen. Beitr Klin Chir 31:1-98

Adrian C (1903) Die multiple Neurofibromatose. Zbl Grenzgeb Med Chir 6:81-90, 129-136, 161-171, 209-216, 251-265, 289-298, 321-333, 433-440, 460-471, 514-521, 548-557, 591-599, 699-709, 721-740

Akenside M (1768) Observations on Cancers. Med Trans (London) 1:64-92

Avizonis P (1927) Zur Frage über den Zusammenhang der einseitigen Elephantiasis des Oberlides mit Erweiterung der Sella turcica. Z Augenheilkd 63:235-241

Baumrind S, Frantz RC. (1971) The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. Am J Orthod; 60:505-517.

Barker D, Wright E, Nguyen K, Cannon L, Fain P, Goldgar D, Bishop DT, Carey J, Baty B, Kivlin J, Willard H, Wayne JS, Greig G, Leinwand L, Nakamura Y, O'Connell P, Leppert M, Lalouel JM, White R, Skolnick M (1987) Gene for von Recklinghausen neurofibromatosis is in the pericentromeric region of chromosome 17. Science 236:1100-1102

Billroth T (1869) Plexiformes Neurofibrom des oberen Augenlids und der Schläfengegend. Arch Klin Chir 11:232-234

Borberg A (1951) Clinical and genetic investigations into tuberous sclerosis and Recklinghausen's neurofibromatosis. Acta Psychiatr Neurol Scand (Suppl 71):1-239

Broch J, Slagsvold O, Røsler M. (1981) Error in landmark identification in lateral radiographic headplates. Eur J Orthod; 3:9-13

Brooks B, Lehman EP (1924) The bone changes in Recklinghausen's neurofibromatosis. Surg Gynecol Obstet 38:587-595

Bruns P (1870) Das Rankenneurom. Arch Path Anat Physiol 50:80-112

Bruns P (1891) Über das Rankenneurom. Beitr Klin Chir 8:1-4

Bruwer AJ, Kierland RR (1955) Neurofibromatosis and congenital unilateral pulsating and nonpulsating exophthalmos. Arch Ophthalmol 53: 2-12

Chebib FS, Chamma AM (1981) Indices of craniofacial asymmetry; Angle Orthod; 51:214-226

Cook JT (1980) Asymmetry of the cranio-facial skeleton; Br J Orthod; 7:33-38

Crowe FW, Schull WJ, Neel JV (1956) A clinical, pathological, and genetic study of multiple neurofibromatosis. Charles C Thomas, Springfield, Illinois

Dahan J (1968) The improvements in roentgen-cephalometry. Zahnärztl Prax; 19:196-197 German

- Dahan J, Jesdinsky HJ (1968) Evaluation of the orthopantomogram for cephalometric studies in orthodontics. *Stoma (Heidelb)*; 21: 200-206 German
- Davis WB, Edgerton MT, Hoffmeister SF (1954) Neurofibromatosis of the head and neck. *Plast Reconstr Surg*; 14:186-199
- El-Mangoury NH, Shaheen SI, Mostafa YA (1987) Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 91:57-61
- Friedmann JM (1999) Epidemiology of Neurofibromatosis Type 1. *Am J Med Genet* 89: 1-6.
- Friedrich RE, Giese M, Schmelzle R, Mautner VF, Scheuer HA (2003a) Jaw malformations plus displacement and numerical aberrations of teeth in neurofibromatosis type 1: a descriptive analysis of 48 patients based on panoramic radiographs and oral findings. *J Craniomaxillofac Surg* 31:1-9
- Friedrich RE, Heiland M, Kehler V, Schmelzle R (2003b) Reconstruction of sphenoid wing dysplasia with pulsating exophthalmos in a case of neurofibromatosis type 1 supported by intraoperative navigation using a new skull reference system. *Skull Base: An Interdisciplinary Approach* 13:211-217
- Friedrich RE, Hagel C, Brehme Z, Kluwe L, Mautner VF (2003c) Ki-67 proliferation-index (MIB-1) of neurofibromas in neurofibromatosis type 1 patients. *Anticancer Res* 23: 953-956
- Friedrich RE, Korf B, Mautner VF (2003d) Growth type of plexiform neurofibromas in NF1 determined on magnetic resonance images. *Anticancer Res* 23:949-952
- Griffith BH, McKinney P, Monroe CW, Howell A (1972) Von Recklinghausen's disease in children. *Plast Reconstr Surg* 49:647-653
- Gutmann DH, Aylsworth A, Carey JC, Korf B, Marks J, Pyeritz RE, Rubenstein A, Viskochil D (1997) The diagnostic evaluation and multidisciplinary management of neurofibromatosis 1 and neurofibromatosis 2. *J A M A* 278:51-57
- Halse A, Hedin M (1978) May fast screen-film combinations be used for cephalometry? *Br J Orthod*; 5:189-192
- Heervä E, Peltonen S, Pirttiniemi P, Happonen RP, Visnapuu V, Peltonen J (2011) Short mandible, maxilla and cranial base are common in patients with neurofibromatosis 1; *Eur J Oral Sci*; 119:121-127
- Heidemann, RL (1993) Tumors of the central nervous system. Principles and Practice of Pediatric Oncology. P. A. Pizzo. Philadelphia.
- Houston WJ (1983) The analysis of errors in orthodontic measurements, *Am J Orthod*; 83:382-390
- Holt JF, Wright EM (1948) The radiologic features of neurofibromatosis. *Radiology* 51:647-663
- Hunt JC, Pugh DC (1961) Skeletal lesions in neurofibromatosis. *Radiology* 76:1-20

Huson SM, Harper PS, Compston DA (1988) Von Recklinghausen neurofibromatosis. A clinical and population study in south-east Wales. *Brain* 111:1355-1381

Huson SM, Clark D, Compston DAS, Harper PS (1989) A genetic study of von Recklinghausen neurofibromatosis in South East Wales. I: Prevalence, fitness, mutation rate and effect of parental transmission on severity. *J Med Genet* 26:704-711

Huson SM, Compston DAS, Harper PS (1989) A genetic study of von Recklinghausen neurofibromatosis in South East Wales. II. Guidelines for genetic counselling. *J Med Genet* 26:712-721

Kahl-Nieke, B (2001) Einführung in die Kieferorthopädie; Urban & Fischer Verlag München

Kayes LM, Burke W, Riccardi VM, Bennett R, Ehrlich P, Rubenstein A, Stephens K (1994) Deletions spanning the neurofibromatosis 1 gene: identification and phenotype of five patients. *Am J Hum Genet*; 54:424-436

Kren O (1906) Ein Beitrag zur Neurofibromatosis Recklinghausen. *Wien Klin Wschr* 19:1220-1223

Lammert M, Kappler M, Mautner VF, Lammert K, Storkel S, Friedman JM, Atkins D (2005a) Decreased bone mineral density in patients with neurofibromatosis 1. *Osteoporosis Int* 16:1161-1166

Lammert M, Friedman JM, Kluwe L, Mautner VF (2005b) Prevalence of neurofibromatosis 1 in German children at elementary school enrolment. *Arch Dermatol* 141:71-74

Lassman H, Jurecka W, Gebhard W (1976) Some electronmicrographic and autoradiographic results concerning cutaneous neurofibromas in von Recklinghausen's disease. *Arch Dermatol Res* 255:69-81

Letzer GM, Kronman JH (1967) A posteroanterior cephalometric evaluation of craniofacial asymmetry. *Angle Orthod.*;37:205-211.

LeWald LT (1933) Congenital absence of the superior orbital wall associated with pulsating exophthalmos. *Am J Roentgenol* 30:756-764

Lisch K (1937) Über Beteiligung der Augen, insbesondere das Vorkommen von Irisknötchen bei der Neurofibromatose (Recklinghausen). *Z Augenheilkd* 93:137-143

Listernick R, Charrow J, Greenwald M, Mets M (1994) Natural history of optic pathway tumors in children with neurofibromatosis type 1: a longitudinal study. *J Pediatr*; 125:63-66.

Listernick R et al (1997) Optic pathway gliomas in children with neurofibromatosis 1: consensus statement from the NF1 Optic Pathway Glioma Task Force. *Ann Neurol* 41:143-149

Lott IT, Richardson EP Jr (1981) Neuropathological findings and the biology of neurofibromatosis; *Adv Neurol*; 29:23-32

- Mautner VF, Laute S, Schneider E, Pulst SM (1991) Neurofibromatose: Aktuelle klinische und molekulargenetische Aspekte aus nervenärztlicher Sicht. *Nervenarzt* 62:340-348
- Mautner VF, Hartmann M, Kluwe L, Friedrich RE, Funsterer C (2006) MRI growth patterns of plexiform neurofibromas in patients with neurofibromatosis type 1. *Neuroradiol* 48:160-165
- Maisel RH, Ogura JH (1973) Neurofibromatosis with laryngeal involvement. *Laryngoscope* 83:132-139
- Metheny LJ, Cappione AJ, Skuse GR (1995) Genetic and epigenetic mechanisms in the pathogenesis of neurofibromatosis type I. *J Neuropathol Exp Neurol*; 54:753-760
- Mulick JF (1965) An Investigation of craniofacial asymmetry using the serial twin-study method. *Am J Orthod*; 51:112-129
- Munro IR (1989) Rigid fixation of facial osteotomies; *Clin Plast Surg*; 16:665-676
- Ober WB (1968) Mark Akenside, M.D. (1721-70). Physician and philosophic poet. *N Y State J Med*; 15; 68:3166-3180
- Peck S, Peck L, Kataja M. (1991) Skeletal asymmetry in esthetically pleasing faces. *Angle Orthod*; 61:43-48
- Preiser SA, Davenport CB (1918) Multiple neurofibromatosis. *Am J Med Sci* 156:507-540
- von Recklinghausen FD (1882) Über die multiplen Fibrome der Haut und ihre Beziehung zu den multiplen Neuromen. Verlag August Hirschwald, Berlin
- Riccardi VM (1981) Von Recklinghausen neurofibromatosis. *N Engl J Med* 305:1617-1627
- Riccardi VM (1982) Neurofibromatosis: Clinical Heterogeneity. *Curr Probl Cancer* 7:1-34
- Riccardi VM, Lewis RA (1988) Penetrance of von Recklinghausen neurofibromatosis: a distinction between predecessors and descendants. *Am J Hum Genet*; 42:284-289
- Riccardi VM (1992) Neurofibromatosis. Phenotype, Natural History, and Pathogenesis. Second Edition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, pp 30-31, 66, 108-118, 224-250
- Rockliffe WC (1900) Pulsating exophthalmos (congenital). *Tr Ophth Soc U Kingdom* 20:170-171
- Rubinstein LJ (1986) The malformative central nervous systems lesions in the central and peripheral forms of neurofibromatosis. *Ann NY Acad Sci*; 486:14-29
- Rubenstein AE, Korf BR (1990) Neurofibromatosis. A Handbook for Patients, Families, and Health-Care Professionals. Thieme, New York - Stuttgart, pp 49-50
- Segner D (1990) The determination of the optimal individual position of the mandibular anterior teeth. *Zahn Mund Kieferheilkd Zentralbl*; 78:603-609 German

- Segner D, Scheuer H (1990) Systematic anterior-posterior cephalometric analysis as a basis for the treatment of transverse skeletal problems in clefts; *Kieferorthop Mitlg* 1:53-58
- Segner D, Hasund A (1998) *Individualisierte Kephalmetrie*; Dietmar Segner Verlag und Vertrieb
- Shah SM, Joshi MR (1978) An assessment of asymmetry in the normal craniofacial complex. *Angle Orthod*; 48:141-148
- Shuper A, Horev G, Michovitz S, Korenreich L, Zaizov R, Cohen IJ (1997) Optic chiasm glioma, electrolyte abnormalities, nonobstructive hydrocephalus and ascites. *Med Pediatr Oncol*; 29:33-35
- Smith RW (1849) *A treatise on the pathology, diagnosis, and treatment of neuroma*. Hodges and Smith, Nachdruck in Dublin: *Clin Orthop* (1989) 245:3-9
- Spittel RL, Fernando SE (1929) A case of elephantiasis neuromatosa. *Br Med J* 30:696-697
- Stevenson DA, Schwarz EL, Viskochil DH, Moyer-Mileur LJ, Murray M, Firth SD, D'Astous JL, Carey JC, Pasquali M (2008) Evidence of increased bone resorption in neurofibromatosis type 1 using urinary pyridinium crosslink analysis. *Pediatr Res*; 63:697-701.
- Stevenson DA, Viskochil DH, Carey JC (2007b) Neurofibromatosis type 1 is a genetic skeletal disorder. *Am J Med Genet A*; 143:2082-2083
- Tauber S (1905) Haemangioma cavernosum venosum capitis. *Wien Klin Wschr*; 19:938-940
- Vig PS, Hewitt AB (1975) Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod*; 45:125-9.
- Vincent AM, West VC (1987) Cephalometric landmark identification error. *Aust Orthod J*; 10:98-104.
- Williamson EH, Simmons MD (1979) Mandibular asymmetry and its relation to pain dysfunction. *Am J Orthod*; 76:612-617.
- Zanca A, Zanca A (1980) Antique illustrations of neurofibromatosis. *Int J Dermatol*; 19:55-58

7. Anhang

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Patient mit Café-au-lait-Flecken (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich).....	8
Abbildung 2: Patient mit Freckling (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich).....	9
Abbildung 3: Patient mit dermalen Neurofibromen (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich).....	9
Abbildung 4: plexiformes Neurofibrom (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich).....	10
Abbildung 5: Lisch-Knötchen der Iris (Alle Abbildungen von klinischen Fällen aus der Privatsammlung von Professor Friedrich).....	11
Abbildung 6: angezeigte Maske in Dental Vision.....	22
Abbildung 7: Schematische Darstellung der anatomischen Strukturen.....	22
Abbildung 8: FRS-Aufnahme mit gesetzten Punkten.....	23
Abbildung 9: Ein exemplarischer Auswertungsbogen, wie er in Dental Vision angezeigt wird.....	24
Abbildung 10: Exemplarische Bilddurchzeichnung in Dental Vision.....	27
Abbildung 11: graphische Darstellung zum Kieferwinkel.....	33
Abbildung 12: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der betroffenen Seite bei NF1 und der Kontrollgruppe.....	34
Abbildung 13: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der nicht betroffenen Seite bei NF1 und der Kontrollgruppe.....	36
Abbildung 14: Histogramme der Kieferwinkelwerte der dNF-Patienten und der Kontrollgruppe.....	39
Abbildung 15: Histogramme für den Kieferwinkel der betroffenen Seite bei fpNF und der Kontrollgruppe.....	41
Abbildung 16: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der nicht betroffenen Seite bei fpNF und der Kontrollgruppe.....	43
Abbildung 17: Histogramme für die betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF aller drei Äste und der Kontrollgruppe.....	45
Abbildung 18: Histogramme für die nicht betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF aller drei Äste und der Kontrollgruppe.....	47
Abbildung 19: Histogramme für die betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe.....	49
Abbildung 20: Histogramme für die nicht betroffenen Kieferwinkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe.....	51
Abbildung 21: Histogramme für die Kieferwinkelwerte mit fpNF nur im 3. Ast betroffen und der Kontrollgruppe.....	53
Abbildung 22: Histogramme für die Kieferwinkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF nur im 3. Ast der und der Kontrollgruppe.....	55
Abbildung 23: Graphische Darstellung des ML-NSL-Winkel.....	63
Abbildung 24: Histogramme des betroffenen ML-NSL-Winkels aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe.....	65
Abbildung 25: Histogramme des betroffenen ML-NSL-Winkels aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe.....	67
Abbildung 26: Histogramme für die ML-NSL-Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe.....	69
Abbildung 27: Histogramme für die betroffenen ML-NSL-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe.....	71
Abbildung 28: Histogramme für die nicht betroffenen ML-NSL-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe.....	73

Abbildung 29: Histogramme des betroffenen ML-NSL-Winkels für fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe.....	75
Abbildung 30: Histogramme für die nicht betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe.....	77
Abbildung 31: Histogramme für die betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe.....	79
Abbildung 32: Histogramme für die nicht betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe.....	81
Abbildung 33: Histogramme der betroffenen ML-NSL-Winkelwerte mit fpNF nur im 3.Ast und der Kontrollgruppe	83
Abbildung 34: Histogramme des nicht betroffenen ML-NSL-Winkels mit fpNF nur im 3.Ast und der Kontrollgruppe	85
Abbildung 35: Graphische Darstellung des NL-NSL-Winkel	94
Abbildung 36: Histogramme für die NL-NSL-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe	95
Abbildung 37: Histogramme für die NL-NSL-Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe	97
Abbildung 38: Histogramme für die NL-NSL-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe	99
Abbildung 39: Histogramme der NL-NSL-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe	101
Abbildung 40: Histogramme der NL-NSL-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe	103
Abbildung 41: Histogramme der NL-NSL-Winkelwerte mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe	105
Abbildung 42: Graphische Darstellung des ML-NL-Winkel	108
Abbildung 43: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe	109
Abbildung 44: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der nicht betroffenen Seite aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe.....	111
Abbildung 45: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe	113
Abbildung 46: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der betroffenen Seite aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe.....	115
Abbildung 47: Histogramme der ML-NL -Winkelwerte der nicht betroffenen Seite aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe	117
Abbildung 48: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte für alle drei Äste zugleich betroffen und der Kontrollgruppe	119
Abbildung 49: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe	121
Abbildung 50: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der betroffenen Seite mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe.....	123
Abbildung 51: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe	125
Abbildung 52: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der betroffenen Seite mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe.....	127
Abbildung 53: Histogramme der ML-NL-Winkelwerte der nicht betroffenen Seite mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe.....	129
Abbildung 54: Graphische Darstellung des Index	137
Abbildung 55: Histogramme der Index-Werte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe.....	139
Abbildung 56: Histogramme der Index-Werte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe.....	141
Abbildung 57: Histogramme der Index-Werte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe	143

Abbildung 58: Histogramme der Index-Werte der Patienten mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe	145
Abbildung 59: Histogramme der Index-Werte der Patienten mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe	147
Abbildung 60: Histogramme für die Index-Werte der Patienten mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe	149
Abbildung 61: Graphische Darstellung des SNA-Winkel	151
Abbildung 62: Histogramme für die SNA-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe	152
Abbildung 63: Histogramme für die SNA-Winkelwerte der dNF-Patienten und der Kontrollgruppe.	154
Abbildung 64: Histogramme für die SNA-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe	156
Abbildung 65: Histogramme für die SNA-Winkelwerte der Patienten mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe.....	158
Abbildung 66: Histogramme der SNA-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe	160
Abbildung 67: Histogramme für die SNA-Winkelwerte für Patienten mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe	162
Abbildung 68: Graphische Darstellung des SNB-Winkel	164
Abbildung 69: Histogramme für die SNB-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe	165
Abbildung 70: Histogramme der SNB-Winkelwerte für alle dNF-Patienten und der Kontrollgruppe	167
Abbildung 71: Histogramme der SNB-Winkelwerte für alle fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe	169
Abbildung 72: Histogramme der SNB-Winkelwerte mit fpNF in allen drei Ästen zugleich und der Kontrollgruppe	171
Abbildung 73: Histogramme der SNB-Winkelwerte mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe	173
Abbildung 74: Histogramme der SNB-Winkelwerte mit fpNF im 3. Ast und der Kontrollgruppe.....	175
Abbildung 75: Graphische Darstellung des ANB-Winkel	177
Abbildung 76: Histogramme der ANB-Winkelwerte aller NF1-Patienten und der Kontrollgruppe	178
Abbildung 77: Histogramme der ANB-Winkelwerte aller dNF-Patienten und der Kontrollgruppe....	180
Abbildung 78: Histogramme der ANB-Winkelwerte aller fpNF-Patienten und der Kontrollgruppe...	182
Abbildung 79: Histogramme der ANB-Winkelwerte der Patienten mit fpNF in allen drei Ästen und der Kontrollgruppe	184
Abbildung 80: Histogramme der ANB-Winkelwerte der Patienten mit fpNF im 1. und/oder 2. Ast und der Kontrollgruppe.....	186
Abbildung 81: Histogramme der ANB-Winkelwerte mit fpNF nur im 3. Ast und der Kontrollgruppe	188

6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der Neurofibromatose nach Riccardi.....	4
Tabelle 2: Diagnosekriterien der NF1 nach Gutmann et al. 1997	7
Tabelle 3: Knochenveränderungen nach Holt und Wright.....	12
Tabelle 4: Geschlechtsverteilung der gesamten Testgruppe	15
Tabelle 5: Altersverteilung der gesamten Testgruppe (männlich).....	16
Tabelle 6: Altersverteilung der gesamten Testgruppe (weiblich)	16
Tabelle 7: Geschlechtsverteilung der gesamten Kontrollgruppe	16
Tabelle 8: Altersverteilung der gesamten Kontrollgruppe (weiblich)	17
Tabelle 9: Altersverteilung der gesamten Kontrollgruppe (männlich).....	17
Tabelle 10: Referenzpunkte	19
Tabelle 11: Definitionen der Winkel und Strecken	25
Tabelle 12: Signifikanzbeschreibung	30
Tabelle 13: Messfehlerberechnung nach Houston	30

Tabelle 14: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	33
Tabelle 15: Testergebnisse (NF1/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen).....	34
Tabelle 16: Ancova für alle NF1 betroffener Kieferwinkel	35
Tabelle 17: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	36
Tabelle 18: Testergebnisse (NF1/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen).....	36
Tabelle 19: Ancova für NF1 nicht betroffener Kieferwinkel.....	37
Tabelle 20: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel.....	38
Tabelle 21: Testergebnisse (dNF/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel	38
Tabelle 22: Ancova für dNF Kieferwinkel	39
Tabelle 23: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	40
Tabelle 24: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen).....	40
Tabelle 25: Ancova für alle fpNF betroffener Kieferwinkel.....	41
Tabelle 26: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	42
Tabelle 27: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	42
Tabelle 28: Ancova für fpNF nicht betroffener Kieferwinkel	43
Tabelle 29: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	44
Tabelle 30: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	44
Tabelle 31: Ancova für alle 3 Äste betroffener Kieferwinkel	45
Tabelle 32: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	46
Tabelle 33: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	46
Tabelle 34: Ancova für alle 3 Äste nicht betroffener Kieferwinkel	47
Tabelle 35: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	48
Tabelle 36: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	48
Tabelle 37: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffener Kieferwinkel.....	49
Tabelle 38: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	50
Tabelle 39: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	50
Tabelle 40: Ancova für 1. und/oder 2. Ast nicht betroffener Kieferwinkel.....	51
Tabelle 41: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen)	52
Tabelle 42: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (betroffen) ..	52
Tabelle 43: Ancova für nur 3. Ast betroffener Kieferwinkel.....	53
Tabelle 44: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	54
Tabelle 45: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Kieferwinkel (nicht betroffen)	54
Tabelle 46: Ancova für alle NF1 betroffener Kieferwinkel	55
Tabelle 47: Grundwerte der Gruppen (alle fpNF-Patienten betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	56
Tabelle 48: Korrelationsergebnisse für alle fpNF-Patienten (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	57
Tabelle 49: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle fpNF betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	57

Tabelle 50: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	58
Tabelle 51: Korrelationsergebnisse für alle 3 Äste (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel .	58
Tabelle 52: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	58
Tabelle 53: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	59
Tabelle 54: Korrelationsergebnisse für 1. und/oder 2. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	59
Tabelle 55: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	59
Tabelle 56: Grundwerte der Gruppen (3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel.....	60
Tabelle 57: Korrelationsergebnisse (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	60
Tabelle 58: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	61
Tabelle 59: Testergebnisse der t-Tests für den Kieferwinkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe.....	61
Tabelle 60: Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den Kieferwinkel tabellarisch aufgeführt.....	62
Tabelle 61: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	64
Tabelle 62: Testergebnisse (NF1/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	64
Tabelle 63: Ancova für alle NF1 betroffener ML-NSL-Winkel	65
Tabelle 64: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	66
Tabelle 65: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	66
Tabelle 66: Ancova für alle NF1 nicht betroffener ML-NSL-Winkel	67
Tabelle 67: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel.....	68
Tabelle 68: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel.....	68
Tabelle 69: Ancova für dNF ML-NSL-Winkel.....	69
Tabelle 70: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	70
Tabelle 71: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen).....	70
Tabelle 72: Ancova für fpNF betroffener ML-NSL-Winkel.....	71
Tabelle 73: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	72
Tabelle 74: Testergebnisse (fpNF/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen).....	73
Tabelle 75: Ancova für fpNF nicht betroffener ML-NSL-Winkel.....	74
Tabelle 76: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	74
Tabelle 77: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	75
Tabelle 78: Ancova für alle 3 Äste betroffener ML-NSL-Winkel.....	76
Tabelle 79: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	76
Tabelle 80: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	77
Tabelle 81: Ancova für alle 3 Äste nicht betroffener ML-NSL-Winkel.....	78
Tabelle 82: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	78
Tabelle 83: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	79

Tabelle 84: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffener ML-NSL-Winkel	80
Tabelle 85: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	80
Tabelle 86: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	81
Tabelle 87: Ancova für 1. und/oder 2. Ast nicht betroffener ML-NSL-Winkel	82
Tabelle 88: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	82
Tabelle 89: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (betroffen)	83
Tabelle 90: Ancova für nur 3. Ast betroffener ML-NSL-Winkel	84
Tabelle 91: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	84
Tabelle 92: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NSL-Winkel (nicht betroffen)	85
Tabelle 93: Ancova für nur 3. Ast nicht betroffener ML-NSL-Winkel	86
Tabelle 94: Grundwerte der Gruppen (alle fpNF-Patienten betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	87
Tabelle 95: Korrelationsergebnisse für alle fpNF-Patienten (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	87
Tabelle 96: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle fpNF betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	87
Tabelle 97: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	88
Tabelle 98: Korrelationsergebnisse für alle 3 Äste zugleich (betroffen/nicht betroffen) für den Kieferwinkel	88
Tabelle 99: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle 3 Äste zugleich betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	88
Tabelle 100: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	89
Tabelle 101: Korrelationsergebnisse für 1. und/oder 2. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	89
Tabelle 102: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	90
Tabelle 103: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	90
Tabelle 104: Korrelationsergebnisse für nur 3. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	91
Tabelle 105: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NSL-Winkel	91
Tabelle 106: Testergebnisse der t-Tests für den ML-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe	92
Tabelle 107: Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den ML-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt ..	92
Tabelle 108: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	95
Tabelle 109: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	95
Tabelle 110: Ancova für alle NF1 NL-NSL-Winkel	96
Tabelle 111: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	96
Tabelle 112: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	97
Tabelle 113: Ancova für alle dNF NL-NSL-Winkel	98
Tabelle 114: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	98
Tabelle 115: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	99
Tabelle 116: Ancova für fpNF NL-NSL-Winkel	100

Tabelle 117: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	100
Tabelle 118: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	101
Tabelle 119: Ancova für alle 3 Äste betroffen NL-NSL-Winkel.....	102
Tabelle 120: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	102
Tabelle 121: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	103
Tabelle 122: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffen NL-NSL-Winkel	104
Tabelle 123: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	104
Tabelle 124: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den NL-NSL-Winkel	105
Tabelle 125: Ancova für nur 3 Ast betroffen NL-NSL-Winkel.....	106
Tabelle 126: Testergebnisse der t-Tests für den NL-NSL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe	106
Tabelle 127: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	108
Tabelle 128: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)....	109
Tabelle 129: Ancova für alle NF1 betroffener ML-NL-Winkel	110
Tabelle 130: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	110
Tabelle 131: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	111
Tabelle 132: Ancova für alle NF1 nicht betroffener ML-NL-Winkel.....	112
Tabelle 133: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel.....	112
Tabelle 134: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel.....	113
Tabelle 135: Ancova für dNF ML-NL-Winkel	114
Tabelle 136: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	114
Tabelle 137: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen)...	115
Tabelle 138: Ancova für alle fpNF betroffener ML-NL-Winkel.....	116
Tabelle 139: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	116
Tabelle 140: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	117
Tabelle 141: Ancova für fpNF nicht betroffener ML-NL-Winkel	118
Tabelle 142: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	118
Tabelle 143: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	119
Tabelle 144: Ancova für alle 3 Äste betroffener ML-NL-Winkel	120
Tabelle 145: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	120
Tabelle 146: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen)	121
Tabelle 147: Ancova für alle 3 Äste nicht betroffener ML-NL-Winkel	122
Tabelle 148: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	122
Tabelle 149: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	123
Tabelle 150: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffener ML-NL-Winkel.....	124
Tabelle 151: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für ML-NL-Winkel (nicht betroffen)	124

Tabelle 152: Testergebnisse (1. und/oder 2. Astbetroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	125
Tabelle 153: Ancova für 1. und/oder 2. Ast nicht betroffener ML-NL-Winkel.....	126
Tabelle 154: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	126
Tabelle 155: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (betroffen).....	127
Tabelle 156: Ancova für nur 3. Ast betroffener ML-NL-Winkel.....	128
Tabelle 157: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	128
Tabelle 158: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ML-NL-Winkel (nicht betroffen).....	129
Tabelle 159: Ancova für nur 3. Ast nicht betroffener ML-NL-Winkel.....	130
Tabelle 160: Grundwerte der Gruppen (alle fpNF-Patienten betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	131
Tabelle 161: Korrelationsergebnisse für alle fpNF-Patienten (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel	131
Tabelle 162: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle fpNF betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	131
Tabelle 163: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel	132
Tabelle 164: Korrelationsergebnisse für alle 3 Äste zugleich (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	132
Tabelle 165: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (alle 3 Äste betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	132
Tabelle 166: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	133
Tabelle 167: Korrelationsergebnisse für 1. und/oder 2. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	133
Tabelle 168: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (1. und/oder 2. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	134
Tabelle 169: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel	135
Tabelle 170: Korrelationsergebnisse für nur 3. Ast (betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel	135
Tabelle 171: Testergebnisse des gepaarten t-Tests (nur 3. Ast betroffen/nicht betroffen) für den ML-NL-Winkel.....	135
Tabelle 172: Testergebnisse der t-Tests für den ML-NL-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe.....	136
Tabelle 173: Testergebnisse der gepaarten t-Tests für den ML-NL-Winkel tabellarisch	136
Tabelle 174: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index.....	138
Tabelle 175: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index.....	138
Tabelle 176: Ancova für alle NF1 Index.....	139
Tabelle 177: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index.....	140
Tabelle 178: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index.....	141
Tabelle 179: Ancova für dNF Index	142
Tabelle 180: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index	142
Tabelle 181: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den Index	143
Tabelle 182: Ancova für fpNF Index	144
Tabelle 183: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Index	144
Tabelle 184: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den Index	145
Tabelle 185: Ancova für alle 3 Äste betroffen Index.....	146

Tabelle 186: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index.....	146
Tabelle 187: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index	147
Tabelle 188: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffen Index	148
Tabelle 189: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index	148
Tabelle 190: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den Index	148
Tabelle 191: Ancova für nur 3. Ast betroffen Index	149
Tabelle 192: Testergebnisse der t-Tests für den Index tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe	150
Tabelle 193: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel.....	151
Tabelle 194: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	152
Tabelle 195: Ancova für alle NF1 SNA-Winkel.....	153
Tabelle 196: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	153
Tabelle 197: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	154
Tabelle 198: Ancova für alle dNF SNA-Winkel.....	155
Tabelle 199: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	155
Tabelle 200: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	156
Tabelle 201: Ancova für alle fpNF betroffenen SNA-Winkel.....	157
Tabelle 202: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	157
Tabelle 203: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel.....	158
Tabelle 204: Ancova für alle 3 Äste betroffenen SNA-Winkel.....	159
Tabelle 205: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel	159
Tabelle 206: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel ...	160
Tabelle 207: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffenen SNA-Winkel.....	161
Tabelle 208: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel .	161
Tabelle 209: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNA-Winkel.....	162
Tabelle 210: Ancova für nur im 3. Ast betroffenen SNA-Winkel.....	163
Tabelle 211: Testergebnisse der t-Tests für den SNA-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe	163
Tabelle 212: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel.....	165
Tabelle 213: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel.....	165
Tabelle 214: Ancova für alle NF1 betroffenen SNB-Winkel	166
Tabelle 215: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel.....	166
Tabelle 216: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel.....	167
Tabelle 217 Ancova für alle dNF betroffenen SNB-Winkel	168
Tabelle 218: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel	168
Tabelle 219: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel	169
Tabelle 220: Ancova für alle fpNF betroffenen SNB-Winkel	170
Tabelle 221: Grundwerte der Gruppen (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel	170
Tabelle 222: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel.....	171
Tabelle 223: Ancova für in allen 3 Ästen betroffenen SNB-Winkel.....	172
Tabelle 224: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel	172
Tabelle 225: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel ...	173
Tabelle 226: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffenen SNB-Winkel.....	174
Tabelle 227: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel .	174
Tabelle 228: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den SNB-Winkel	175
Tabelle 229: Ancova für nur 3. Ast betroffenen SNB-Winkel.....	176
Tabelle 230: Testergebnisse der t-Tests für den SNB-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe	176
Tabelle 231: Grundwerte der Gruppen (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	178

Tabelle 232: Testergebnisse (NF1-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	178
Tabelle 233: Ancova für alle NF1 betroffenen ANB-Winkel	179
Tabelle 234: Grundwerte der Gruppen (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	179
Tabelle 235: Testergebnisse (dNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	180
Tabelle 236: Ancova für dNF ANB-Winkel	181
Tabelle 237: Grundwerte der Gruppen (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	182
Tabelle 238: Testergebnisse (fpNF-Patienten/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	182
Tabelle 239: Ancova für alle fpNF betroffenen ANB-Winkel	183
Tabelle 240: Grundwerte der Gruppen (fpNF in allen 3 Ästen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	183
Tabelle 241: Testergebnisse (alle 3 Äste betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	184
Tabelle 242: Ancova für alle 3 Äste betroffenen ANB-Winkel	185
Tabelle 243: Grundwerte der Gruppen (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	185
Tabelle 244: Testergebnisse (1. und/oder 2. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	186
Tabelle 245: Ancova für 1. und/oder 2. Ast betroffenen ANB-Winkel	187
Tabelle 246: Grundwerte der Gruppen (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel.	187
Tabelle 247: Testergebnisse (nur 3. Ast betroffen/Kontrollgruppe) für den ANB-Winkel	188
Tabelle 248: Ancova für nur 3. Ast betroffenen ANB-Winkel	189
Tabelle 249: Testergebnisse der t-Tests für den ANB-Winkel tabellarisch aufgeführt, im Vergleich zur Kontrollgruppe	189
Tabelle 250: Ergebnisübersicht für den Kieferwinkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	193
Tabelle 251: Ergebnisübersicht für den ML-NSL-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	198
Tabelle 252: Ergebnisübersicht für den NL-NSL-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	202
Tabelle 253: Ergebnisübersicht für den ML-NL-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	204
Tabelle 254: Ergebnisübersicht für den Index (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	207
Tabelle 255: Ergebnisübersicht für den SNA-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Kontrollgruppe)	209
Tabelle 256: Ergebnisübersicht für den SNB-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	211
Tabelle 257: Ergebnisübersicht für den ANB-Winkel (Hasund/Segner, Kontrollgruppe, Testergebnisse)	213

8. Lebenslauf

■ Persönliche Daten

Name: Jan-Marten Lehmann
Geburtstag: 22.05.1985 in Neumünster
Staatsangehörigkeit: Deutsch
Familienstand: ledig

■ Schulbildung

1991 – 1995 Besuch der Grundschule Boostedt
1995 – 2004 Besuch des Gymnasiums Holstenschule
Abschluss Abitur
Sprachkenntnisse in Deutsch und Englisch

■ Grundwehrdienst

2004-2005 Grundwehrdienst in der Kaserne Boostedt

■ Studium

2005 Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Universität Hamburg im WS 2005
2008 Abschluss des vorklinischen Studienabschnitts mit der Zahnärztlichen Vorprüfung (31.03.2008)
2008 Beginn mit einer Dissertation zur Erkrankung NF 1
2011 Abschluss des Studiums der Zahnmedizin in Hamburg (11.01.2011)
Erlangung der Fachkunde im Strahlenschutz
2011 Beginn der Assistenzzeit in der ZA-Praxis Detlev Drögenkamp in Neumünster

9. Danksagung

Mein Dank gilt **Herrn Professor Dr. med. Dr. med. dent. Reinhard E. Friedrich**, Hamburg, für die Überlassung des Themas und des Untersuchungsmaterials der vorliegenden Arbeit und die immer tatkräftige Unterstützung.

Des Weiteren gilt mein Dank **Frau PD Dr. Hanna Scheuer**, Hamburg, für ihre kompetente und immer konstruktive Unterstützung. Ebenfalls dafür, dass ich in ihrer Praxis die technischen Mittel und die Räumlichkeiten für die Umsetzung der Arbeit nutzen durfte. In diesem Zusammenhang sei auch das freundliche und hilfsbereite Praxisteam von Frau Dr. Scheuer zu nennen.

Ein weiterer ganz besonderer Dank gilt meinen beiden Kollegen **Herrn Georg Christ** und **Herrn Jonathan Rother**, die mir bei der Umsetzung des Projektes und über die Zeit hinweg immer behilflich waren.

Ebenfalls bedanken muss ich mich bei **Frau Andrea Rusche** und **Herrn Harno Preuss** von der Firma Computer Forum, Elmshorn, die mir bei der technischen Umsetzung mit dem Computerprogramm Dental Vision[®] immer unterstützend zur Seite standen.

Auch gilt mein Dank den Mitarbeitern des Instituts für Biometrie und Epidemiologie. Hier sind besonders **Herr Professor Dr. Karl Wegscheider** und **Frau Dr. Christine Gräfin zu Eulenburg** zu nennen, die bei Fragen zur Auswertung und der Statistik stets hilfsbereit war.

Zusätzlich möchte ich **Herrn ZA Detlev Drögenkamp** danken für die Unterstützung auf der Zielgraden dieser Arbeit.

Auch möchte ich **Herrn Bernd Ickert** für seine Unterstützung danken.

Ganz besonderer Dank gilt meiner Verlobten, **Kerrin Ickert** und meinen Eltern, **Ulrike und Stefan Lehmann**, die mich die Zeit über immer unterstützt haben und mir mit Rat zur Seite standen. Ohne sie wäre die Umsetzung dieser Arbeit nicht möglich gewesen.

10. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: