

# Die Szintigraphie der Schilddrüse

Autor(en): **Oberdisse, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **18 (1962)**

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-309142>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Die Szintigraphie der Schilddrüse

Von K. Oberdisse, Düsseldorf

Die unbestreitbaren Fortschritte in der Diagnostik der Schilddrüsenerkrankungen, die auch zu einer Verbesserung unserer therapeutischen Möglichkeiten führen, sind einerseits der chemischen Analyse jodhaltiger Aminosäuren, andererseits der Isotopentechnik zu verdanken. Anders als bei anderen endokrinen Drüsen, verfügen wir im Jod über einen Stoff, der in der Hormonbereitung der Schilddrüse einen einzigartigen Platz einnimmt und zudem als Isotop zu verwenden ist, so daß wir seine Aufnahme, den Einbau in die Hormone, die Ausschüttung der Hormone und ihre Umsetzung in der Peripherie leicht verfolgen können. Somit ist uns ein subtiler Einblick in die Funktionsabläufe innerhalb und außerhalb der Schilddrüse gestattet.

Zudem ermöglicht die Isotopentechnik eine Lokalisationsdiagnostik, wie sie bei keinem anderen endokrinen Organ gegeben ist. So läßt sich die normale oder erkrankte Schilddrüse nicht nur vom übrigen Körpergewebe abgrenzen, wir können vielmehr auch die innere Aktivität der Schilddrüse selbst lokalisieren und schließlich auch durch sogenannte Profilmessung des ganzen Körpers das Vorhandensein von dystopischem oder aberrierendem Schilddrüsengewebe oder von jodspeichernden Schilddrüsenmetastasen feststellen.

Über das rein Morphologische hinaus gibt uns die Lokalisationsdiagnostik auch Einblicke in die Dynamik der hormonellen Regulation, wenn wir die Aktivitätsverteilung unter dem Einfluß fördernder oder hemmender Hormone untersuchen.

Zwei Methoden stehen uns zur Verfügung:

1. Die *Isoimpulsschreibung* (Allen, Libby und Cassen 1951; Taylor und Stewart 1951). Man verwendet die harte Gammaemission des in der Schilddrüse angereicherten Jodisotops und mißt mit einem eingeblen- deten Zählrohr die Aktivität an zahlreichen Punkten der Halsregion und überträgt die Meßwerte in ein Koordinatensystem. Wenn man nun Punkte gleicher Aktivität verbindet, so entsteht nach Art meteorologischer Isobaren eine Isoimpulskarte (Abb. 1).

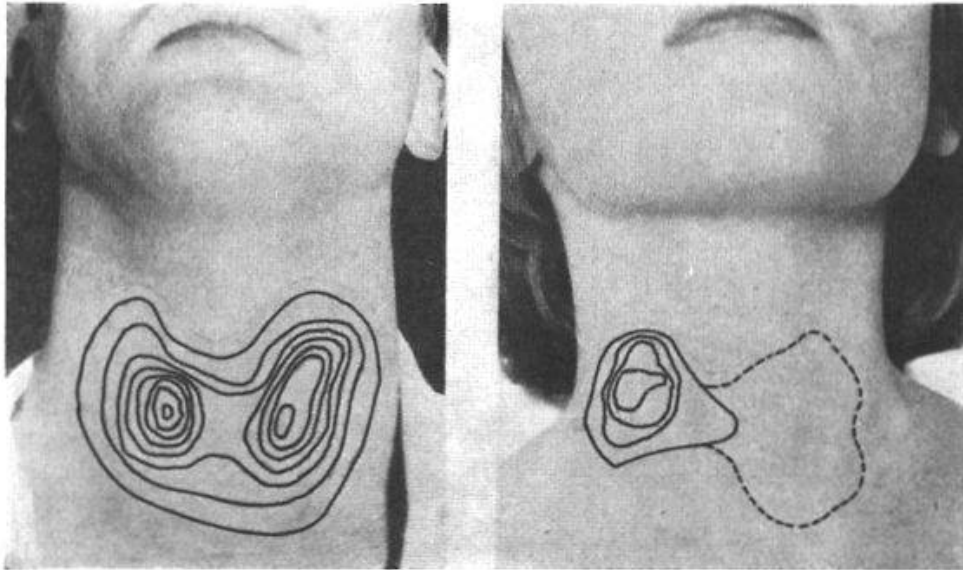


Abb. 1. Isoimpulskarte der gesunden Schilddrüse (links) und einer im linken Lappen durch Neoplasma zerstörten Drüse (rechts) (Doering 1960).

Im Falle krankhafter Veränderungen wird man stets drei Orte miteinander vergleichen:

- a) die Stelle pathologischer Aktivität in der Schilddrüse,
- b) das umgebende, vermutlich normale Schilddrüsengewebe und
- c) ein Kontrollgewebe außerhalb der Schilddrüse.

2. Die *Szintigraphie*: Fast zur gleichen Zeit wurde die Lokalisationsdiagnostik vereinfacht und verbessert durch die Einführung der Szintigraphie (Cassen, Curtis und Reed 1950; Allen, Kelly und Greene 1952; Bauer, Goodwin, Libby und Cassen 1952). Bei diesem Verfahren wird die Halsregion mit einem Szintillationszähler automatisch in Zeilen abgetastet. Der Szintillationszähler führt eine Vorrichtung mit, die bei einer bestimmten aufgenommenen Impulszahl eine Druckmarke auf Papier oder eine Lichtmarke auf einen Röntgenfilm schreibt. Die Dichte der geschriebenen Marken ist ein Maß für die Aktivitätsverteilung in der gemessenen Körperregion. Da sich das Radioisotop, wenn auch in starker Verdünnung, auch außerhalb der Schilddrüse findet, zeichnet der Szintigraph auch in diesem Bereich Strichmarken auf. Besonders schöne Bilder der Schilddrüsenkonturen erhält man, wenn man durch ein elektronisches Verfahren diese Strahlung subtrahiert. Die Abb. 2 zeigt ein so entstandenes Szintigramm der Schilddrüse.

Der Lokalisation im Raum dient die Szintigraphie in zwei Ebenen.

In manchen Fällen ist es günstig, mittels eines Photoscanners die Lichtmarken unmittelbar auf ein zuvor angefertigtes Röntgenbild der Halsregion zu übertragen.

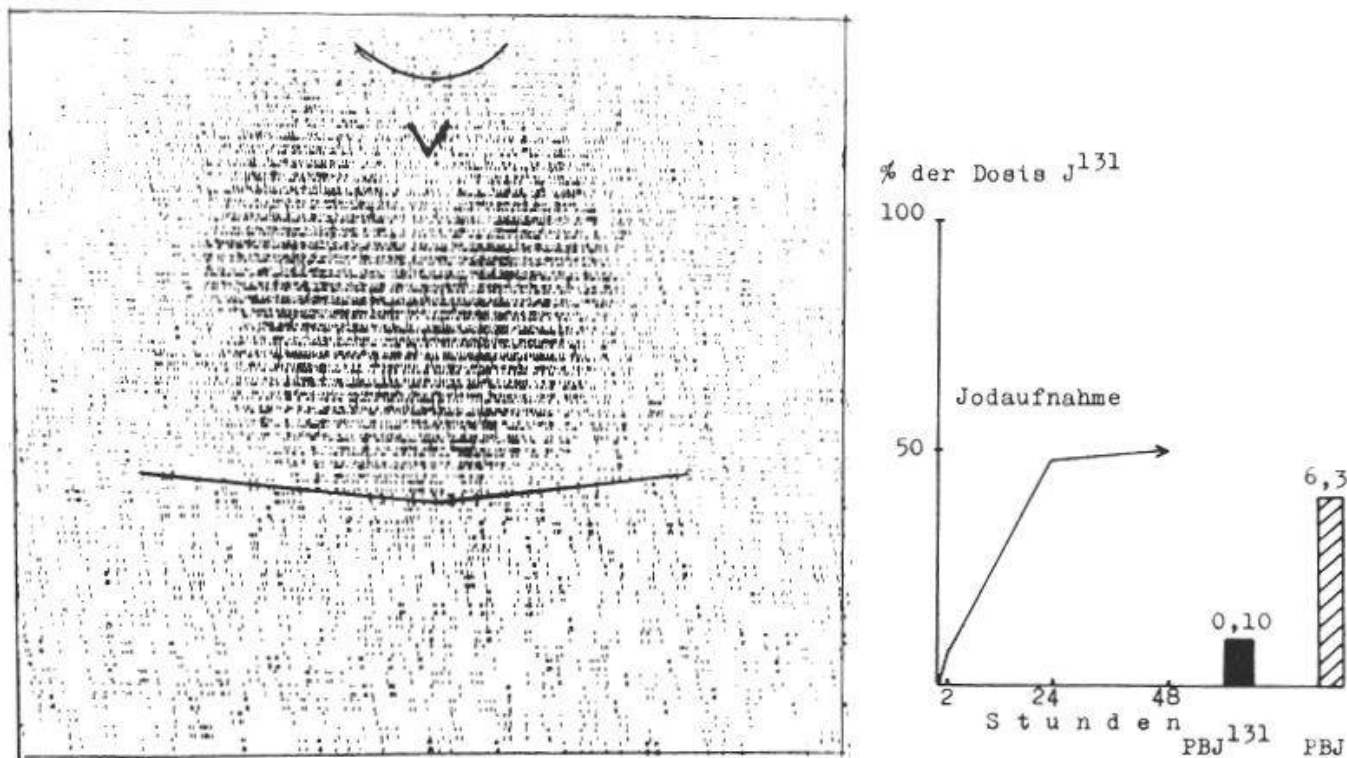


Abb. 2. Szintigramm einer normalen Schilddrüse.

Zur Auffindung jodspeichernder Schilddrüsenmetastasen, aber auch zur Feststellung der Ausscheidungswege dient die Profilmessung, das sogenannte Ganzkörperprofil (*Pochin* 1950). Dabei wird ein eingeblen-deter Szillisationszähler über den Körper des Patienten hinwegbewegt und die Aktivitätsprofile aufgezeichnet, deren Maximum der Anwesenheit des Isotops in der Leber, in der Schilddrüse, in der Blase usw. zu ver-schiedenen Zeiten entsprechen (Abb. 3).

### 1. Die Szintigraphie der normalen Schilddrüse

Die normale Schilddrüse zeigt bei der Szintigraphie im allgemeinen eine gleichmäßige Verteilung der Aktivität und eine regelmäßige Schmet-terlingsfigur. Die beiden Lappen liegen seitlich von der Trachea. Sie sind durch den Isthmus verbunden, der aber meist im Szintigramm nicht zu erkennen ist. Die normale Schilddrüse variiert in Größe, Kontur und Lage erheblich.

Der Lobus pyramidalis, der vom oberen Teil des Isthmus entspringt und meist nach links oben zieht, ist nur selten im Szintigramm darzu-stellen.

Für die Radiojodbehandlung einer Hyperthyreose und auch einer euthyreoten Struma ist es wichtig, das Gewicht der Schilddrüse zu kennen. Dieses variiert mit dem Alter. Die Schilddrüse des Erwachsenen

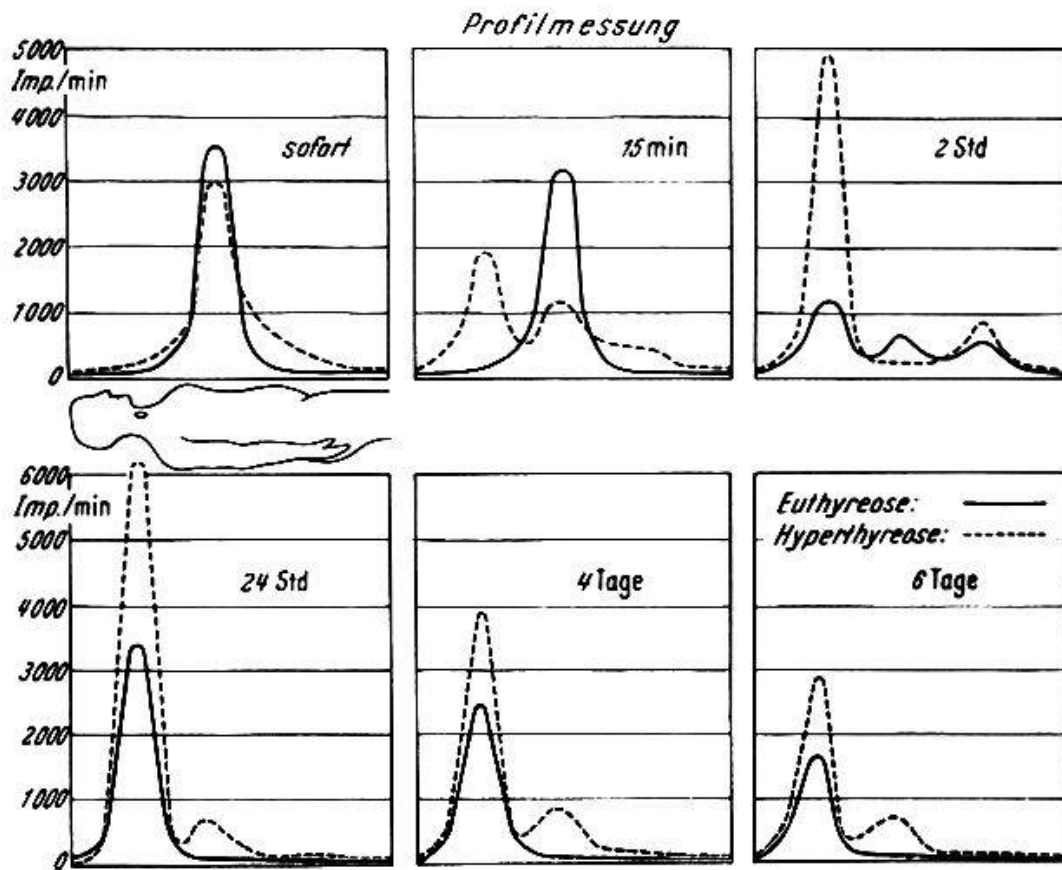


Abb. 3. Ganzkörperprofil (Jensen 1956).

wiegt im Durchschnitt 25–30 g mit einer Variationsbreite von 10–50 g. Mit steigendem Alter sinkt das Gewicht ab.

Während uns früher für die Gewichtsbestimmung nur die Besichtigung und Belastung der Schilddrüse, gegebenenfalls ein Vergleich mit Plastelinmodellen, zur Verfügung stand, ist das Abschätzen unter Verwendung der Szintigraphie sicherer geworden. Man kann so die Höhe und Breite der Schilddrüse und im frontalen Strahlengang auch die Dicke der Schilddrüse beurteilen. Aber auch mit dieser Methode bleibt die Unsicherheit erheblich, wie Kelly (1954) beim Vergleich mit den Operations- und autoptischen Befunden zeigt. Ist die Schilddrüse zu einer Struma vergrößert, so wird der Fehler noch größer.

Die planimetrisch ermittelte Fläche der gesunden Schilddrüse ist im Mittel nach Doering (1960) 18,8 cm<sup>2</sup> mit einer Variation zwischen 10 und 25 cm<sup>2</sup>. Zwischen Gewicht (G) und Fläche (F) ergibt sich nach Doering (1957) die Beziehung  $G = 0,326 \cdot \sqrt{F^3}$ .

Das Schilddrüsengewicht läßt sich nach Goodwin u. Mitarb. (1951) nach folgender Formel bestimmen: Das Gewicht der Schilddrüse in g ist gleich der Fläche des Szintigramms, multipliziert mit der mittleren Länge der beiden Schilddrüsenlappen und einem Korrekturfaktor. Der Korrekturfaktor muß empirisch für die jeweils verwendete Apparatur

bestimmt werden. Auch diese Formel ist nur bei annähernd normalem oder bei nicht allzu sehr von der Norm abweichendem Schilddrüsengewicht zu verwenden. Es ist ferner verständlich, daß auch bei atypischer Schilddrüsenkontur die Formeln ungenau werden. Man sollte dann die Szintigraphie in zwei Ebenen vornehmen.

Die zur szintigraphischen Darstellung einer normalen Schilddrüse notwendige Dosis von  $I^{131}$  beträgt ca. 50  $\mu$ C.

## II. Die euthyreoten Strumen

Auch im Flachlande, außerhalb der Endemiegebiete, sind die euthyreoten Strumen weit verbreitet. Sie sind in unserem Gebiet nach dem Diabetes mellitus die häufigste endokrine Erkrankung. Die Ursache einer solchen euthyreoten Schilddrüsenvergrößerung ist stets in einem latenten oder manifesten Mangel an Schilddrüsenhormon zu suchen. Die Thyreotropinproduktion steigt über den Reglermechanismus an. Der Dauerreiz der Thyreotropinstimulierung bewirkt die Schilddrüsenvergrößerung.

Folgende primäre Ursachen spielen nach unseren derzeitigen Kenntnissen bei der Entstehung des Kropfes eine Rolle:

1. Eine mangelhafte exogene Zufuhr von Jodid, die bei uns im Flachland sicher nicht vorliegt.
2. Die Blockade der Hormonsynthese durch strumigene Stoffe in der Nahrung, vor allen Dingen dann, wenn die Jodidzufuhr an der unteren Grenze der Norm liegt.
3. Abnorme Pfade des Jodstoffwechsels mit fermentativer Hemmung der Hormonsynthese, also eine Jodfehlverwertung<sup>1</sup>.
4. Immunbiologische Vorgänge, wie sie bei der Hashimoto-Struma bekannt sind.
5. Regulatorische Störungen im System Hypothalamus-Hypophyse-Schilddrüse, die vor allen Dingen in endokrinen Krisenzeiten, in der Pubertät, im Klimakterium, in der Gravidität vorkommen.

Eine wichtige klinische Unterscheidung, der auch therapeutische Bedeutung zukommt, ist die zwischen diffusen und knotigen euthyreoten Strumen.

1. *Die diffuse euthyreote Struma.* Kleinere diffuse Strumen sind durch

---

<sup>1</sup> Reinwein und Klein (1962) konnten mittels chemischer Fraktionierung, Säulen- und Papierchromatographie in den Operationspräparaten euthyreoter Strumen von Patienten ohne jedes Zeichen von Kretinismus Enzymdefekte in der Hormonsynthese nachweisen. Bei jodavidem Strumen mit niedrigem Totaljodgehalt ließ sich ein Fermentdefekt in der ersten Phase der Biosynthese der Schilddrüsenhormone, bei den Strumen mit normalem Jodgehalt ein Enzymdefekt beim Übergang von Tyrosin zu Thyronin wahrscheinlich machen.

Palpation oft schlecht zu erkennen und schwer in ihrer Größe zu bestimmen. Sie führen kaum jemals zu örtlichen Kompressionserscheinungen. Nicht selten findet man aber bei größeren diffusen Strumen Zeichen vegetativer Labilität, wie Herzklopfen, innere Unruhe, Neigung zu Schwitzen. Es ist fraglich, ob man diese Symptome durch Druck auf die cervikalen Nerven erklären kann. Da auch geringfügige Augensymptome, wie Glanzaugen und Retraktion des Oberlides, nicht selten sind, liegt die Verwechslung mit einer Hyperthyreose nahe.

Die Lokalisationsdiagnostik durch Isoimpulskarte oder Szintigraphie ergibt entweder ein gemeinsames Aktivitätszentrum beider Schilddrüsenlappen mit Beteiligung des Isthmus oder es ergeben sich, was besonders auf der Isoimpulskarte gut herauskommt, zwei Aktivitätsmaxima, die den beiden Schilddrüsenlappen entsprechen.

Die Funktionsdiagnostik ergibt entweder völlig normale Verhältnisse (Abb. 4) mit normalem Verlauf der Jodid- und Hormonphase, wobei auch chemisch analysiertes Hormonjod (PBJ) und Grundumsatz im normalen Bereich liegen, oder aber es liegt eine sogenannte *kompensierte Hyperplasie* vor (Abb. 5). Auch hier liegt das Hormonjod des Blutes als Ausdruck der Euthyreose in der euthyreoten Zone. Der intrathyreo-

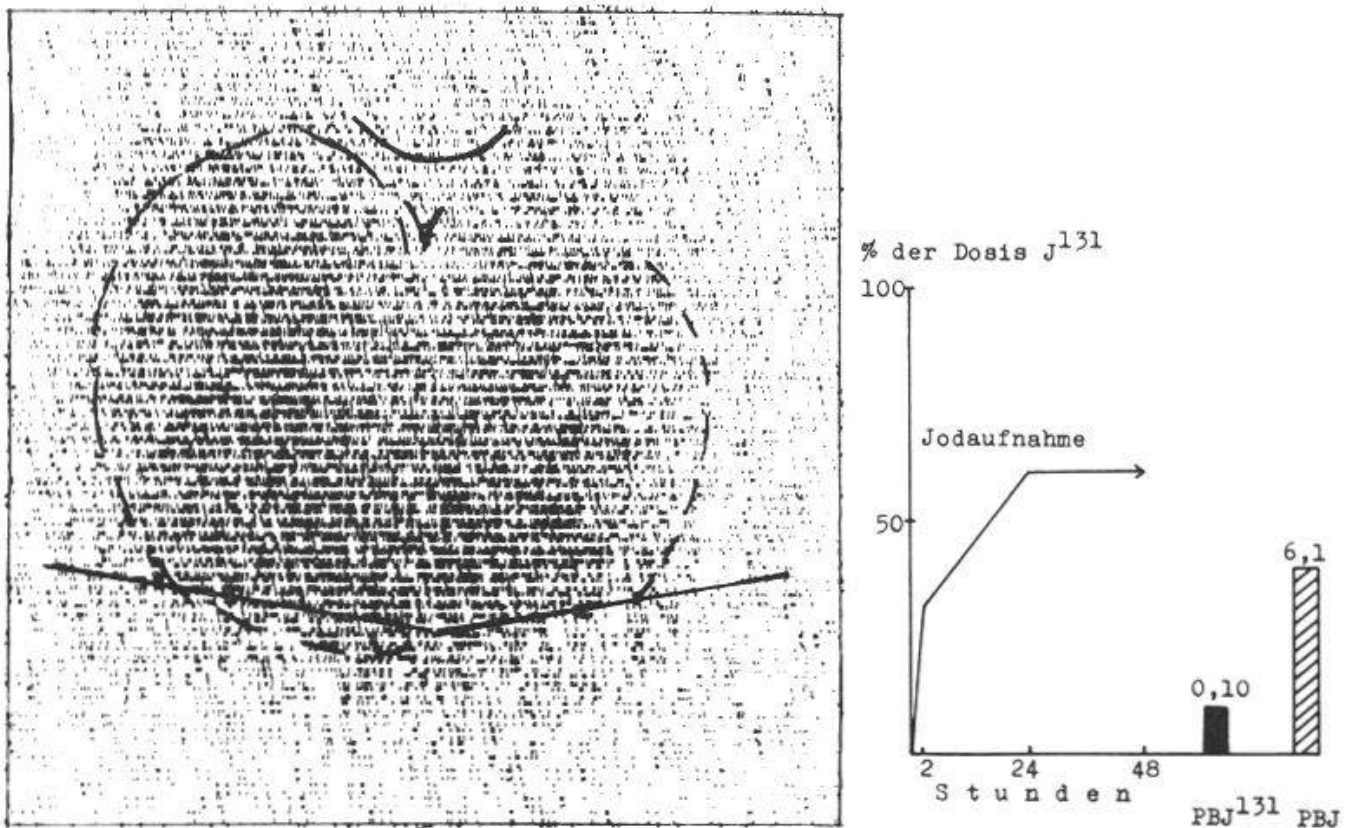
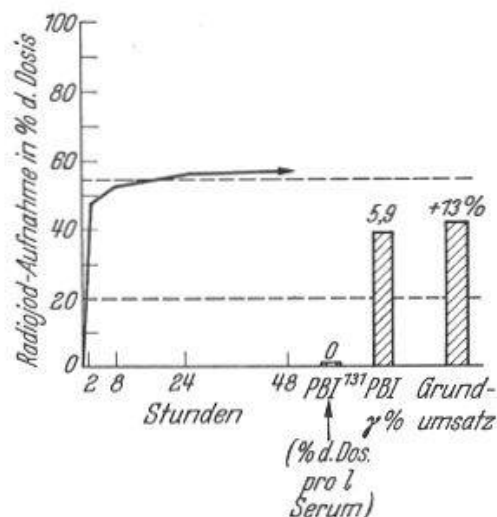
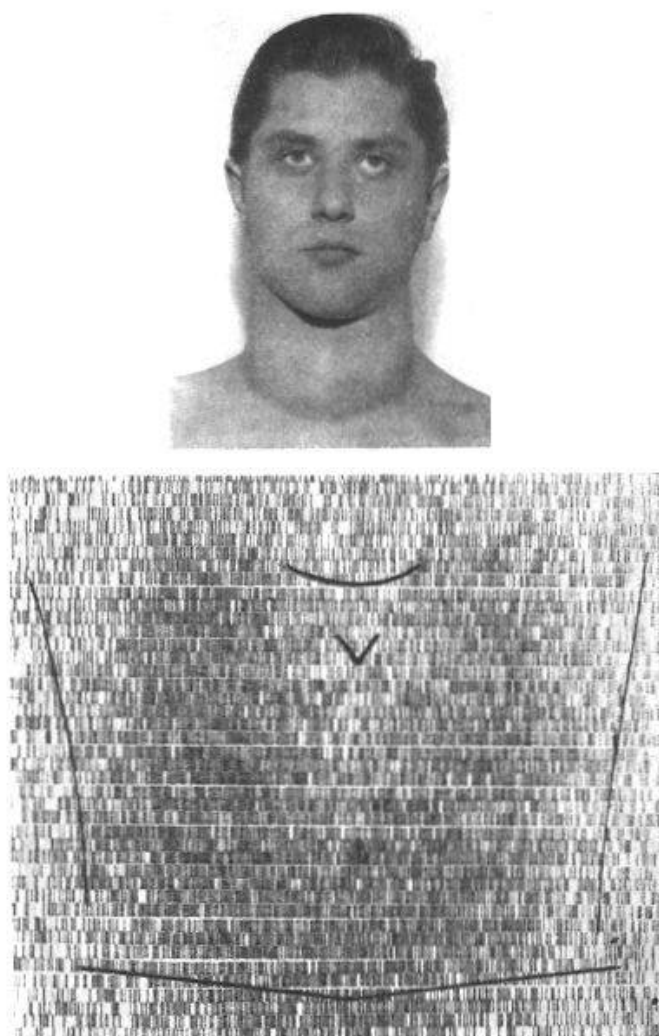


Abb. 4. Diffuse euthyreote Struma. Ingeborg L., 46jährig. Schon als junges Mädchen Struma, deren Größe in den letzten zehn Jahren erheblich zunahm. Euthyreose. Keine örtlichen Beschwerden. Keine Gewichtsabnahme. Keine Augensymptome.



*Diffuse euthyreote Struma mit vegetativen Stigmata. (Kompensierte Hyperplasie)*

*Fritz K.; 18 J.*

*Im 13. Lebensjahr erstmals Auftreten einer Struma, keine Beschwerden. Seit 2 Jahren schnelle Vergrößerung mit Schluckbeschwerden, Atemnot bei Anstrengungen, Kloßgefühl im Hals. Gewicht konstant, kein Haarausfall. Neigung zu Herzklopfen und Schwitzen, Unruhe. (Mit Thyreogutt behandelt)*

*Befund: Keine Protrusio. Weite Lidspalten. Haut kühl und feucht, feiner Fingertremor.*

Abb. 5. Kompensierte Hyperplasie. Fritz K., 18jährig. Struma seit dem 13. Lebensjahr. Seit 2 Jahren schnelle Vergrößerung mit Schluckbeschwerden, Atemnot bei Anstrengungen, Kloßgefühl im Hals. Gewicht konstant. Kein Haarausfall. Neigung zu Herzklopfen und Schwitzen sowie Unruhe. – Befunde: Keine Protrusio, jedoch weite Lidspalten. Euthyreose. Haut kühl und feucht, feiner Fingertremor. Funktionsdiagnostik: Jodavide diffuse Struma, niedriger intrathyreoidaler Jodumsatz. (Oberdisse 1960).

idale Jodumsatz ist als Ausdruck des großen Jodpools besonders niedrig. Die besondere Jodavidität der Schilddrüse äußert sich im steilen Anstieg der Aufnahmekurve. Diese bewegt sich lange Zeit oberhalb des normalen Niveaus. In solchen Fällen kann als Ausdruck einer oft vorhandenen vegetativen Labilität der Grundumsatz an der oberen Grenze der Norm liegen. Da die Schilddrüse oft stark diffus vergrößert ist, ist die Verwechslung mit einer Hyperthyreose in besonderem Maße gegeben. Behandlung mit antithyreoidalen Substanzen würde verhängnisvolle Folgen haben. Dagegen reagieren diese Strumen sehr gut auf Zufuhr von Schilddrüsenhormon.

2. Die euthyreote Knotenstruma. Aus zahlreichen Untersuchungen, u. a. von Bürkle de la Camp (1924) und Büchner (1924), wissen wir, daß



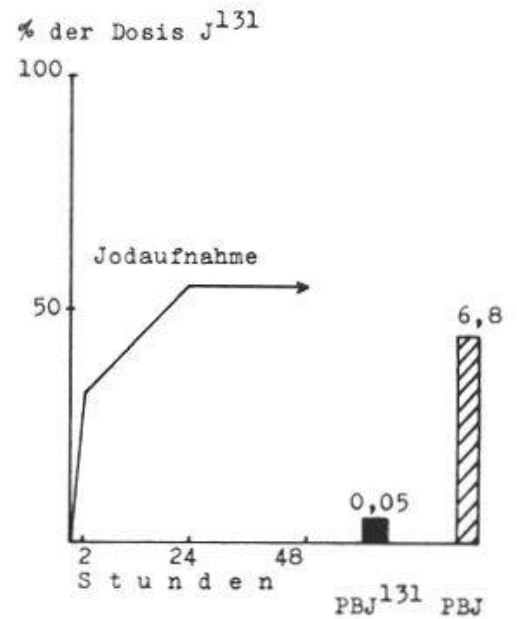
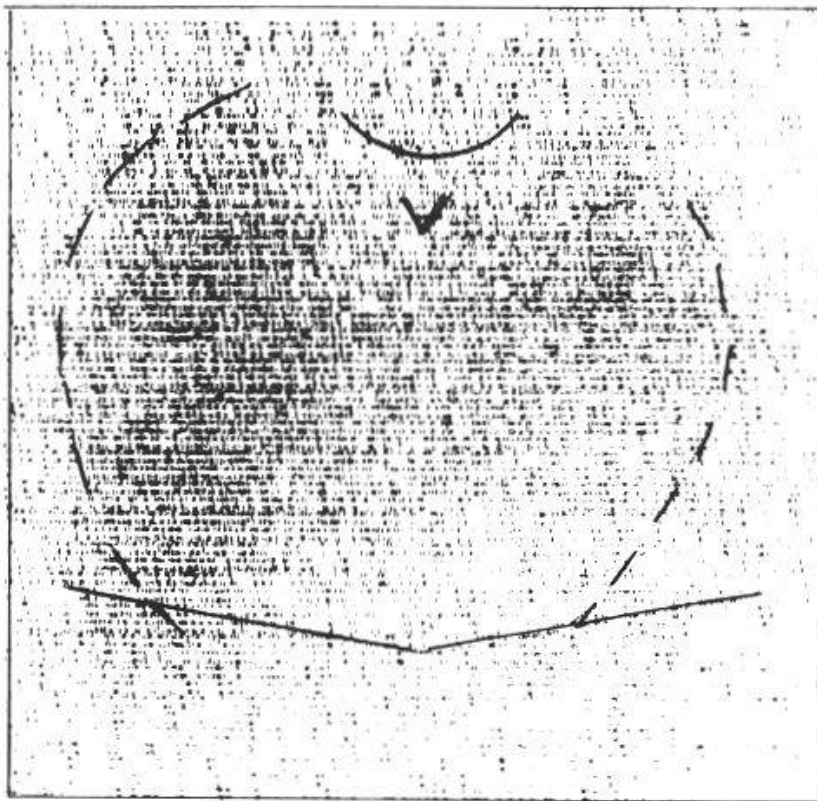


Abb. 6. Diffuse euthyreote Struma mit partiellem Aktivitätsverlust und unregelmäßigen Konturen. Brigitte S., 24jährig. Von Kindheit an kleine Struma, seit 2 Jahren Größenzunahme. Keine örtlichen Beschwerden, keine Gewichtsabnahme.

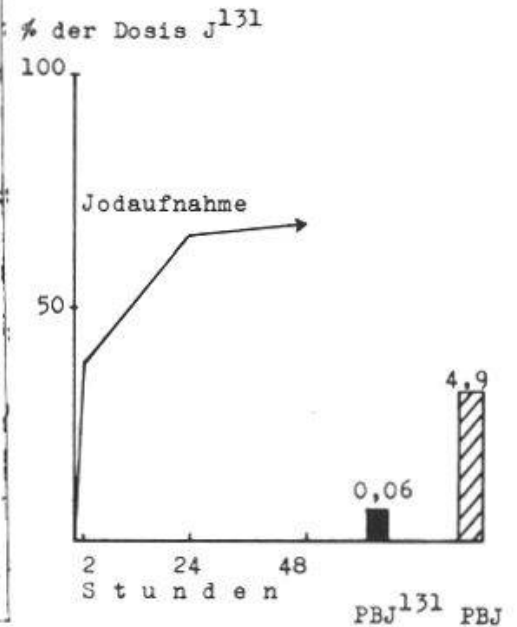
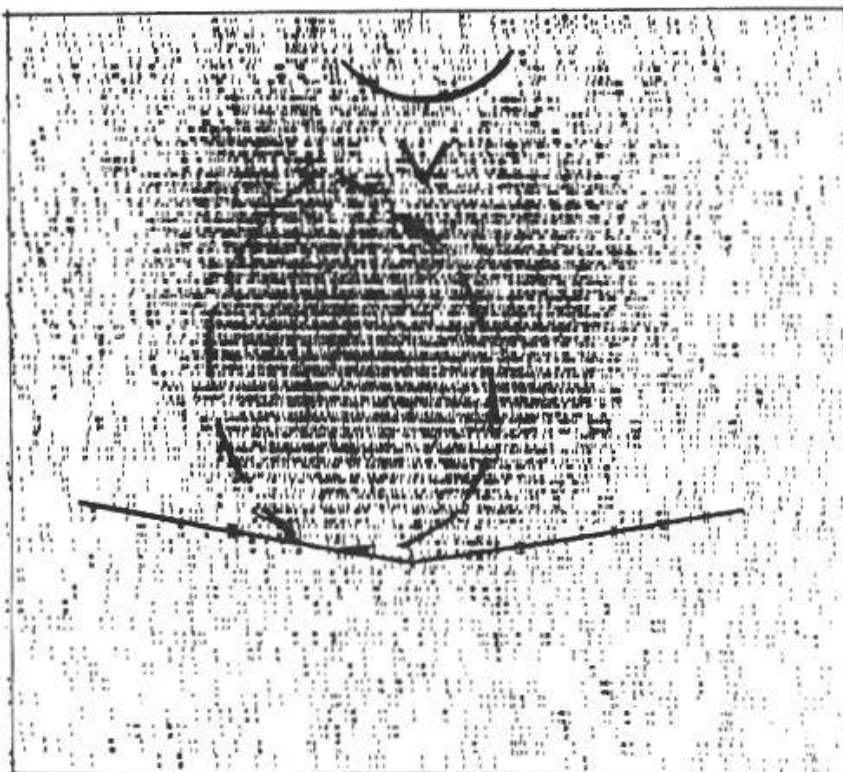


Abb. 7. Warmer euthyreoter Solitärknoten. Uta G., 22jährig. Von Kindheit an kleine Struma. Seit 4 Jahren Größenzunahme, besonders nach einem Partus vor 1 Jahr. Druckgefühl im Hals, keine Augensymptome. Euthyreose.

sich die Struma im Laufe des Lebens in ganz spezifischer Weise umwandelt. Schwankungen der Thyreotropinabgabe in endokrinen Krisenzeiten spielen dabei eine wichtige Rolle. Die Entwicklung geht über die bereits besprochene, diffus vergrößerte Schilddrüse in gesetzmäßiger Weise zum Knotenkropf vor sich.

Die klinische Differential- und Funktionsdiagnose wird durch Isotopentechnik, Szintigraphie und Radioautographie wesentlich gefördert (Taylor 1953; Horst 1959).

Die *diffuse Struma* mit gleichmäßiger Aktivitätsverteilung und annähernd normaler Kontur zeigt im Laufe der weiteren Entwicklung lokale Unregelmäßigkeiten in der Jodspeicherung (Abb. 6). Gleichzeitig verliert sie die natürliche Schmetterlingsform. Der vorher szintigraphisch nicht darstellbare Isthmus tritt in Erscheinung. Die Seitenlappen sind nicht mehr zu trennen. Es erfolgt der «kugelige Umbau» (Horst). Eigentliche Knoten sind in dieser Schilddrüse noch nicht zu tasten.

In der späteren Entwicklung zeigt die Drüse einen, später mehrere palpable Knoten, die zunächst noch funktionstüchtig sind. Es handelt sich um einen:

a) *Warmen Knoten* (Abb. 7). Er wird in den verschiedensten Größen beobachtet. Die Gesamtsituation ist euthyreot ohne Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes bei normaler Speicherkurve. Die Lokalisation ergibt eine Aktivitätsintensität im Knoten, die sich nicht von derjenigen der übrigen Schilddrüse unterscheidet, d. h. die Hormonsynthese geht in gleicher Weise wie im übrigen Schilddrüsengewebe vor sich. Sie läßt sich hier wie dort durch Schilddrüsenhormon unterdrücken; der Suppressionstest ist also im Knoten positiv. Anzeichen vegetativer Labilität sind nicht so häufig zu beobachten wie bei der diffusen Struma.

Gelegentlich findet man warme Bezirke, die im Suppressionstest nicht zum Verschwinden zu bringen sind, denen also eine gewisse Autonomie zukommt. Möglicherweise handelt es sich hier um präsumptive toxische Adenome mit besonderer Prognose, weil sich aus ihnen eine floride Hyperthyreose entwickeln kann.

Ein warmes Adenom, das von einer Kapselhülle umgeben ist und autonom wächst, ist szintigraphisch nicht von einer knotigen Hyperplasie zu unterscheiden, die im Grunde ein normales Schilddrüsengewebe darstellt und sich auch funktionell nicht vom übrigen Schilddrüsengewebe unterscheiden läßt.

Im Verlauf der weiteren Entwicklung kommt es zu einem partiellen Aktivitätsverlust im Knoten und zur Ausbildung unregelmäßiger Konturen (Abb. 8).

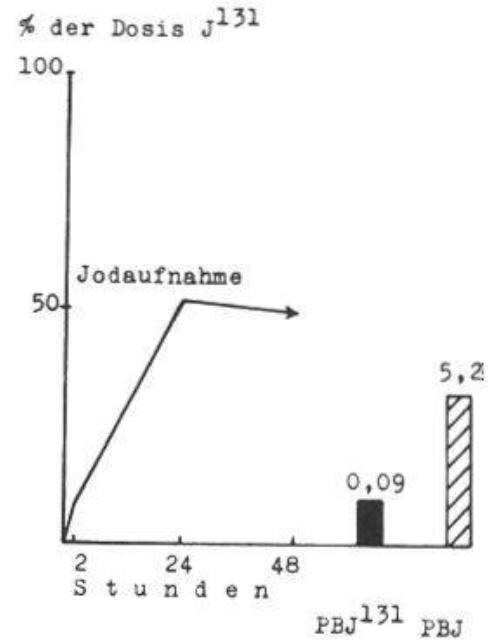
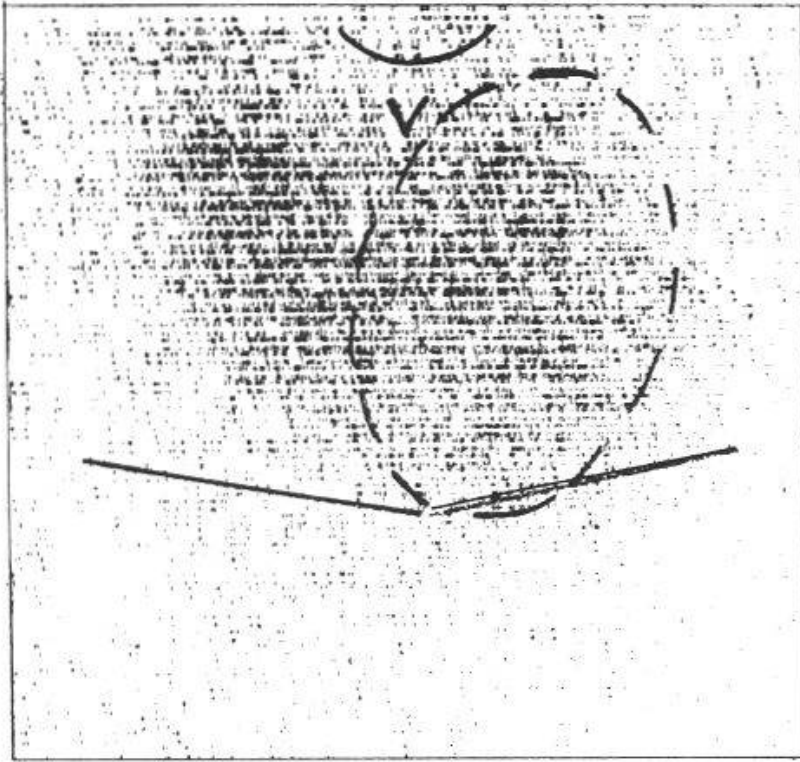


Abb. 8. Euthyreoter warmer Solitärknoten mit unregelmäßiger Verteilung der Aktivität. Brunhilde M., 44jährig. Seit 4 Jahren Zunahme des Halsumfanges, Atemnot, Schluckbeschwerden. Gewicht konstant. Vegetative Labilität. Keine Augensymptome. Grundumsatz +15%. Euthyreose.

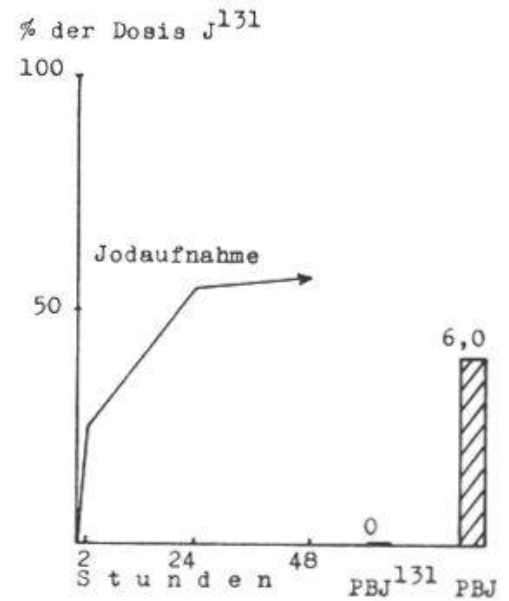
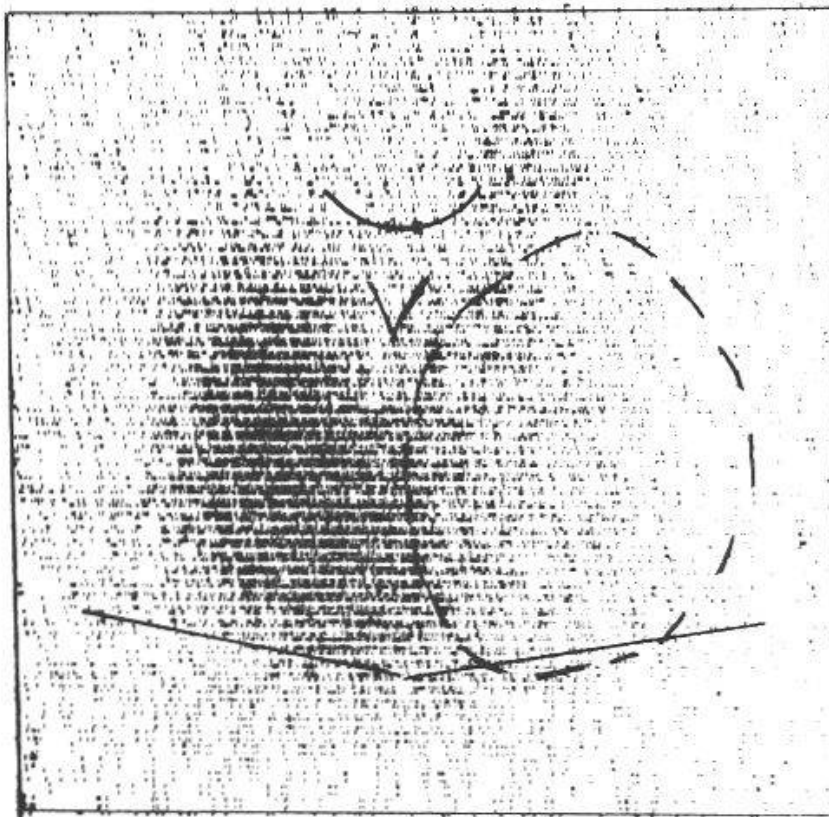


Abb. 9. Kalter Solitärknoten. Helga B., 37jährig. Vor 6 Jahren erstmals kleiner Knoten an der li. Halsseite. Größenzunahme seit 1 Jahr. Erhebliche örtliche Beschwerden. Gewicht konstant. Keine Augensymptome. Vegetative Labilität. Euthyreose.

b) Durch Verlust seiner Funktion entsteht aus dem warmen Knoten der *kalte Knoten*. Seine Aktivität ist durch Blutung ins Gewebe mit Cystenbildung und durch degenerative Prozesse erloschen. Kalzifizierung folgt der Haemorrhagie. Oft handelt es sich auch um den Endzustand eines ausgebrannten heißen Adenoms. Vielleicht ist dieser Vorgang sogar besonders häufig. Die Stärke der Vaskularisierung scheint dabei eine Rolle zu spielen.

Natürlich kann sich auch ein Karzinom oder die Metastase eines schilddrüsenfernen Malignoms hinter dem kalten Knoten verbergen. Deshalb gilt die Regel, daß ein solitärer kalter Knoten operativ zu entfernen ist.

Die Lokalisationsdiagnostik zeigt, daß der Knoten nicht an der Hormonsynthese beteiligt ist. Aktives Schilddrüsengewebe findet sich nur außerhalb des Knotens (Abb. 9). Unter Umständen kann das normale Schilddrüsengewebe zur Seite gedrängt werden und durch Druck atrophieren. Die Gesamtsituation ist euthyreot.

Wenn der Patient älter wird, kann man in der Drüse gewöhnlich mehrere Knoten tasten. Aus der Struma uninodularis ist die Struma multinodularis geworden. Sie ist jetzt groß und vielgestaltig und zeigt szintigraphisch neben normalem Parenchym mehrere kalte Bezirke.

Eine solche Knotenstruma kann auch beim sporadischen Kretinismus mit Jodfehlverwertung vorliegen (Abb. 10).

An dieser Stelle muß betont werden, daß sich auch manche Täuschungsmöglichkeiten bei der Szintigraphie ergeben. So kann eine diffus vergrößerte Schilddrüse in ihren verschiedenen Anteilen eine unterschiedliche Dicke aufweisen und so eine besondere Dichte des Szintigramms an bestimmten Stellen zeigen, ohne daß dies aber einer wahren Vermehrung der Aktivität entspricht. Ferner kommt es bei der Beurteilung eines Knotens sehr darauf an, ob sich vor oder hinter dem Knoten verschieden dicke Lagen von Schilddrüsengewebe befinden, sodaß ein kalter Knoten überdeckt werden kann, ein warmer Knoten aber nicht in Erscheinung tritt. In der multinodulären Schilddrüse können sich die Knoten gegenseitig überlagern und so die Beurteilung sehr erschweren. Bei der Superposition solcher Knoten hat sich uns die Szintigraphie in zwei Ebenen bewährt. Kleine Knoten können sich überhaupt der szintigraphischen Diagnostik entziehen. Der Knoten muß eine gewisse Größe haben, um überhaupt in Erscheinung zu treten. Schließlich ist zu bedenken, daß in einem Knoten Gewebe verschiedener Aktivität vorhanden sein kann. So kann es in einem Adenom zu degenerativen und nekrotischen Vorgängen im Zentrum kommen, während die Randgebiete noch aktiv sind.

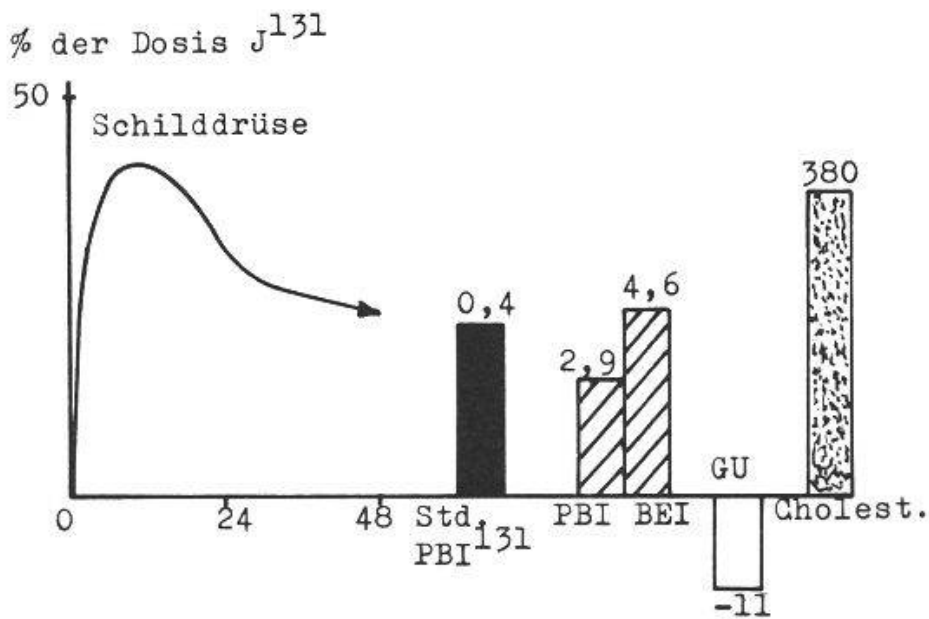
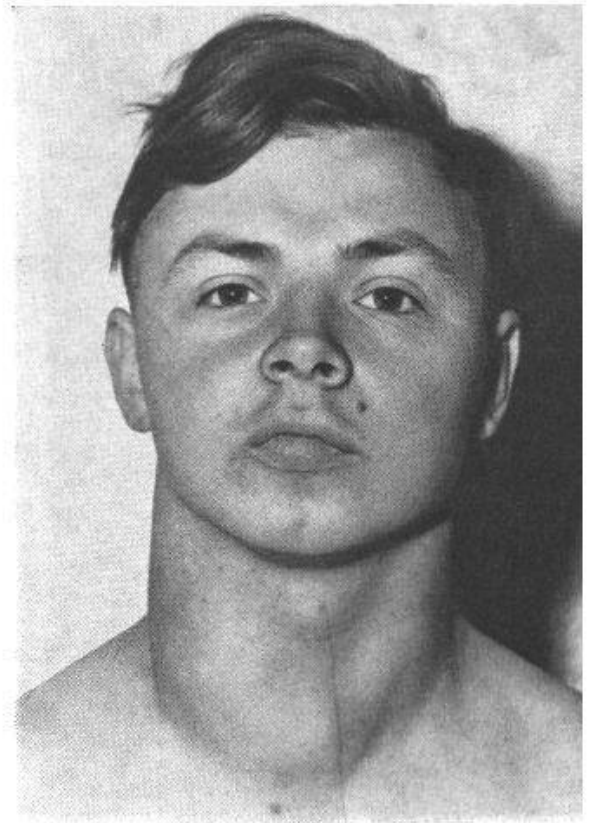
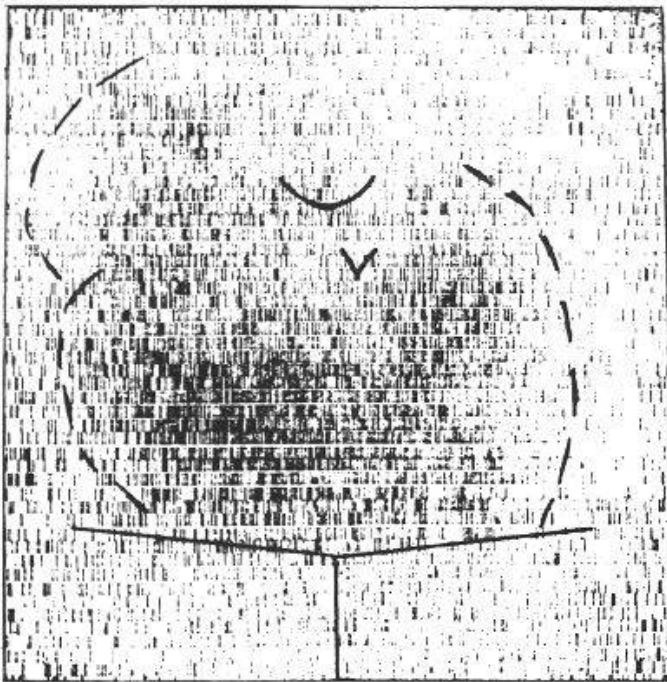


Abb. 10. Sporadischer familiärer Kretinismus. Jodfehlverwertung. Ferdinand S., 20jährig. Taubstummheit. Angeborene Struma. Hypothyreote Stigmata.

### Die Hyperthyreose

Für die Erkennung der Hyperthyreose hat die Szintigraphie nur wenig Bedeutung, sofern es sich nicht um ein toxisches Adenom handelt. Man sieht meist eine vergrößerte Schilddrüse mit gleichmäßigem dichten

Szintigramm (Abb. 11). Auch das Szintigramm ist durch Hormongaben nicht zu unterdrücken. Der Suppressionstest ist also negativ (Abb. 12).

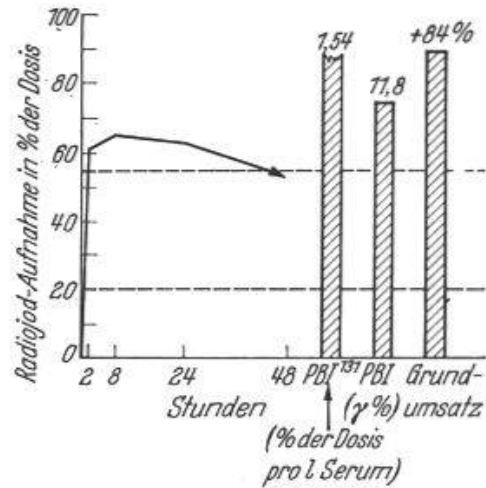
Wichtiger ist die Lokalisationsdiagnostik bei der hyperthyreotischen Knotenstruma, bei der man bei klinisch vorliegender Hyperthyreose eine oder mehrere kalte Knoten inmitten eines hyperaktiven Parenchyms sieht (Abb. 13). Der Beginn dieser Form der Hyperthyreose ist langsamer. Sie betrifft die etwas höheren Lebensjahrzehnte und zeigt auch eine gleichmäßigere Entwicklung, im allgemeinen ohne thyreotoxische Krisen. Lokale Kompressionserscheinungen sind natürlich häufiger als bei der diffusen Struma. Augensymptome werden jedoch selten und weniger ausgesprochen beobachtet.

#### *Das toxische Adenom*

Einen Spezialfall der Hyperthyreose und auch der Adenomentwicklung stellt das toxische oder heiße Adenom dar. Schon *Plummer* hat im Jahre 1913 seine Besonderheiten erkannt und über Operationserfolge berichtet. Aber erst die Autoradiographie und die Szintigraphie gaben uns einen Einblick in die Besonderheiten dieser Erkrankung.

Bei Inspektion und Palpation findet man 1 bis 2 scharf abgesetzte, abgekapselte Knoten (Abb. 14). Sie vereinigen in sich die gesamte Aktivität der Schilddrüse. Die Hormonproduktion erfolgt autonom wie bei der echten Hyperthyreose, d. h. sie richtet sich nicht nach den Bedürfnissen des Körpers. Das heiße Adenom selbst ist aus dem Reglerkreis der Hypophyse herausgenommen, nicht aber das umgebende Schilddrüsengewebe. Dieses atrophiert unter dem Einfluß der vermehrten Hormonproduktion des Adenoms. Deshalb tritt es im Szintigramm gar nicht oder nur schwach in Erscheinung. Die Aktivität des Adenoms selbst wird durch die verminderte Abgabe von Thyreotropin nicht beeinflusst. Ein ähnliches Verhalten kennen wir bei den autonomen Adenomen der Nebennierenrinde, der Epithelkörperchen usw. Da das toxische Adenom sicher nicht auf Grund einer Mehrproduktion von Thyreotropin entsteht, fehlen die für die Hyperthyreose sonst charakteristischen Erscheinungen an den Augen. Auch wird kein prätibiales lokales Myxödem beobachtet. Im übrigen liegen aber die Zeichen einer echten Hyperthyreose vor, auch was die kardialen Erscheinungen angeht. Mit dem Radiojodtest und der chemischen Analyse des Hormonjods im Blut kann man das toxische Adenom nicht von der echten Hyperthyreose abgrenzen. Dies ist erst durch die Szintigraphie möglich.

Das Szintigramm zeigt, daß die gesamte Aktivität im Knoten vorliegt, während das umgebende Schilddrüsengewebe überhaupt nicht oder kaum speichert. Die letzte Entscheidung bringt aber die Thyreotropin-



Hyperthyreose mit diffuser Struma

Frau Emilie K., 38 J.

Vor 4 Monaten Anschwellen der Schilddrüse, Gewichtsabnahme von 4 kg in 2 Monaten, leicht erregt, wärmeempfindlich, bevorzugt kühle Umgebung, Unruhe, Zittern der Hände.

Befund: Protrusio bulborum mit Lidschwellung, Tremor, Haut heiß, feucht, motorische Unruhe, Reflexsteigerungen.

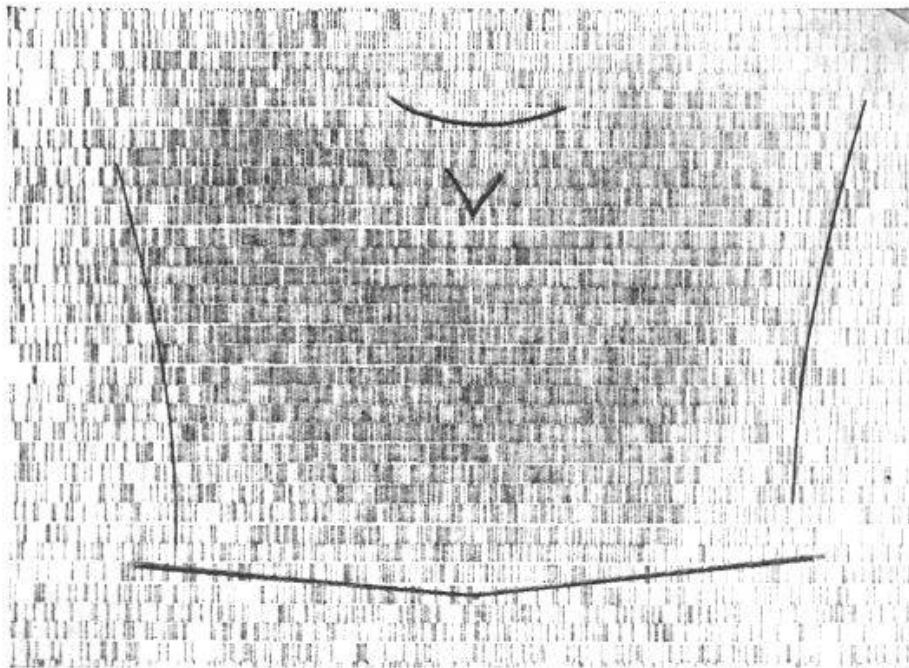


Abb. 11. Hyperthyreose mit diffuser Struma. Emilie K., 38jährig. Vor 4 Monaten Anschwellen der Schilddrüse, Gewichtsabnahme von 4 kg in 2 Monaten, leichte Erregbarkeit. Wärmetoleranz. Allgemeine Unruhe, Tremor der Hände usw. Befund: Protrusio bulborum mit Lidschwellung, Tremor, heiße Haut, feuchte heiße Hände, motorische Unruhe, Reflexsteigerung. Typische Zeichen des Radiojodtests. Dichtes diffuses Szintigramm. (Oberdisse 1960).

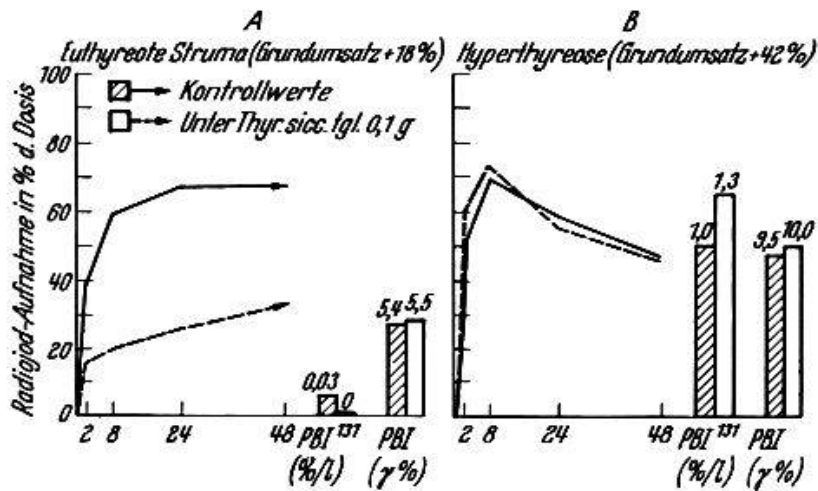


Abb. 12. Suppressionstest. Im Gegensatz zur euthyreoten Struma läßt sich die Radiojodaufnahme bei der echten Hyperthyreose durch Schilddrüsenhormon nicht unterdrücken (Oberdisse 1960).

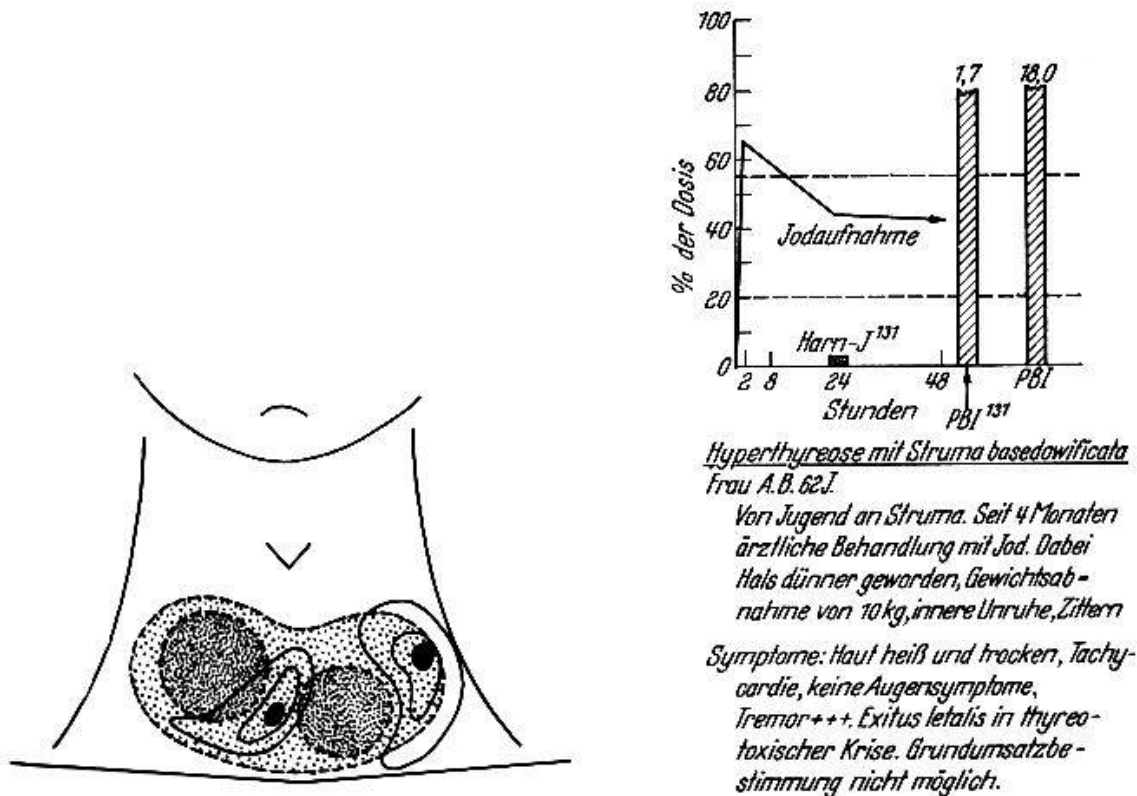


Abb. 13. Isoimpulskarte einer hyperthyreotischen Knotenstruma. 2 runde kalte Knoten inmitten eines hyperaktiven Parenchyms. Frau B., 62jährig. Von Jugend an Struma. Seit 4 Monaten Gewichtsabnahme von 10 kg. Innere Unruhe. Fingertremor.

belastung (Abb. 15). Das normale Schilddrüsengewebe wird unter dem Einfluß des Thyreotropin wieder sichtbar. Der Beweis für das Vorliegen eines toxischen Adenoms ist erbracht (Horst 1959).

Die Behandlung des toxischen Adenoms ist eine dankbare Aufgabe. Man kann es sowohl chirurgisch extirpieren (und zwar nur das Adenom),



wie auch erfolgreich mit Radiojod behandeln. In vorgeschrittenem Alter führen wir nur die Radiojodbehandlung durch. Man kann hier ungestraft relativ hohe Radiojoddosen verwenden, weil das nicht betroffene inaktivierte Schilddrüsengewebe die therapeutische Radiojoddosis nicht aufnimmt und diese sich somit elektiv im Adenom ansammelt. Ist die Radiojodtherapie erfolgreich gewesen, so verschwindet nach der Behandlung der toxische Knoten im Szintigramm, während das gesunde Parenchym sich wieder normal darstellt.

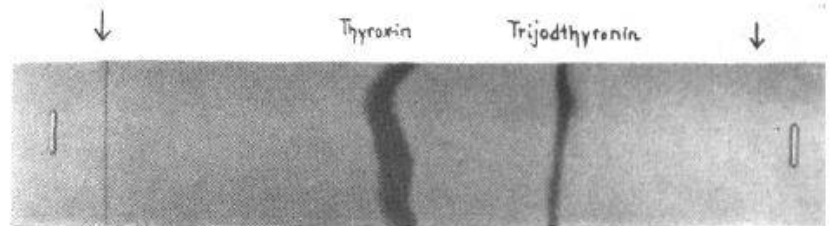
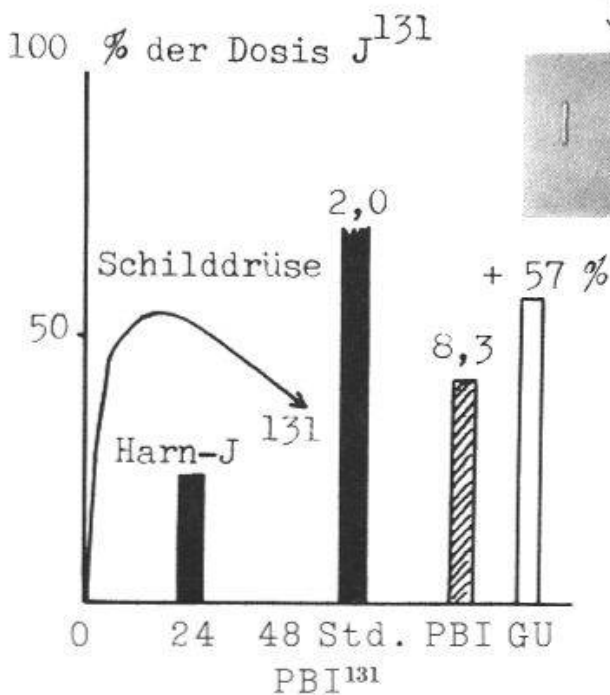
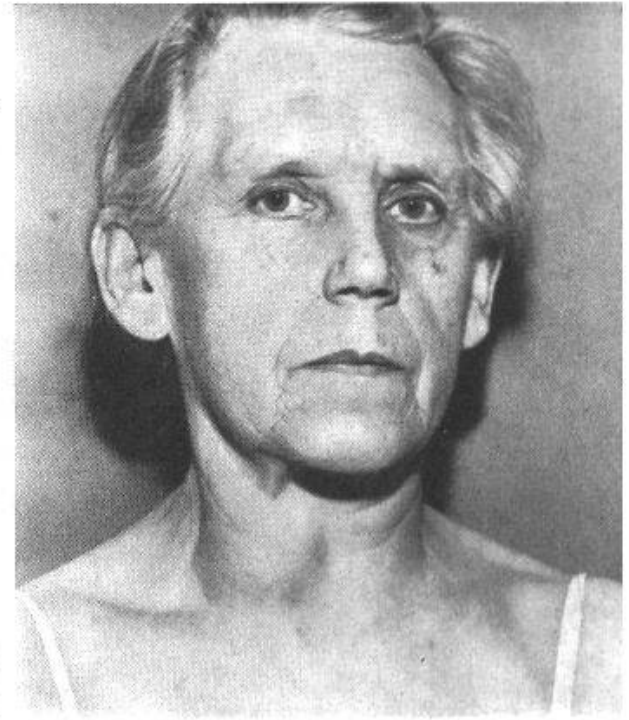
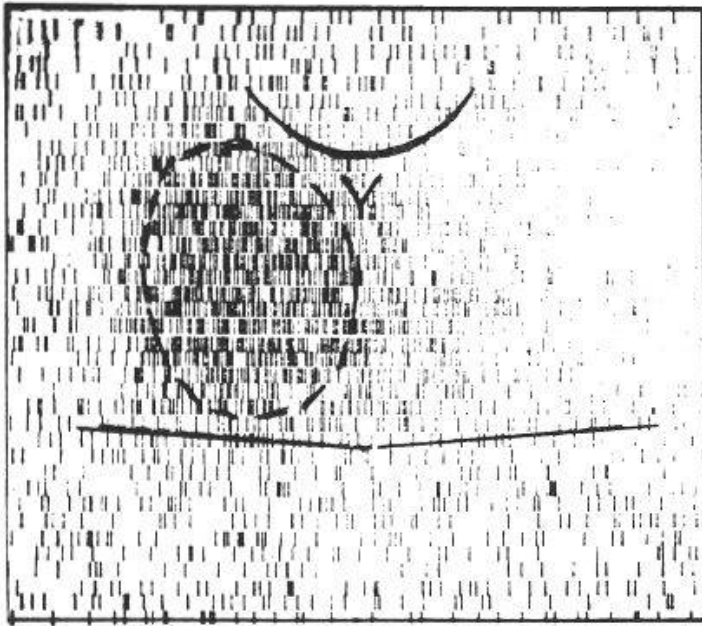


Abb. 14. Toxisches Adenom der rechten Schilddrüse. Frau Charlotte K., 72jährig. Im 50. Lebensjahr während des Klimakteriums bildete sich eine Struma aus. Seit einigen Wochen Größenzunahme dieser Struma. Mißempfindungen im Halsbereich, Herzklopfen, Stenokardien Inneres Spannungsgefühl. Gewichtsabnahme vor ca. 8 kg in 6 Wochen. Befund: Keine Augenveränderungen, Haut feucht, etwas kühl, Fingertremor, Tachykardie, Papierchromatographie

Der Suppressionstest, d. h. die bei der normalen Schilddrüse mögliche Unterdrückung der Aktivität durch Thyreotropin, fällt beim toxischen Adenom genau so negativ aus wie bei der echten Hyperthyreose. Die endgültige Klärung des Zustandsbildes mittels des Suppressionstestes und der Szintigraphie hat also auch therapeutische Konsequenzen.

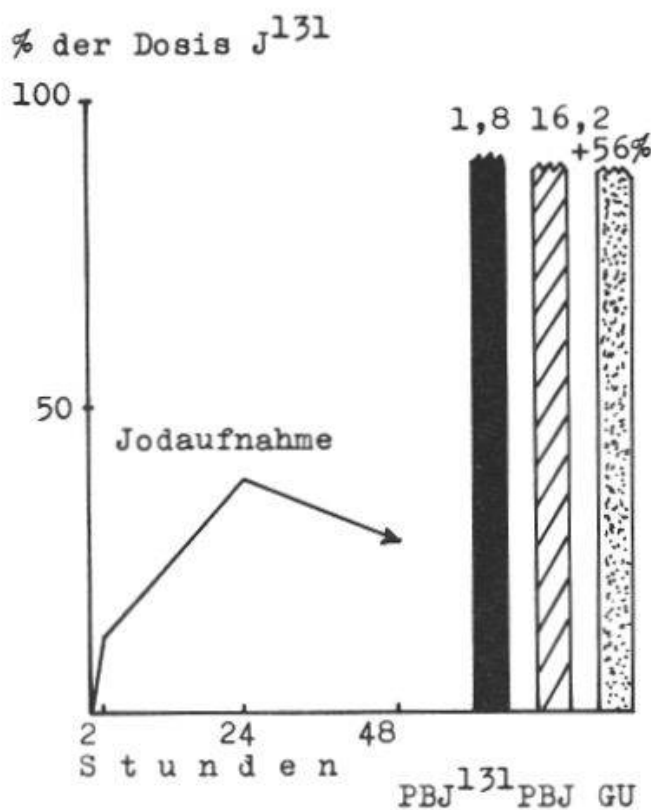
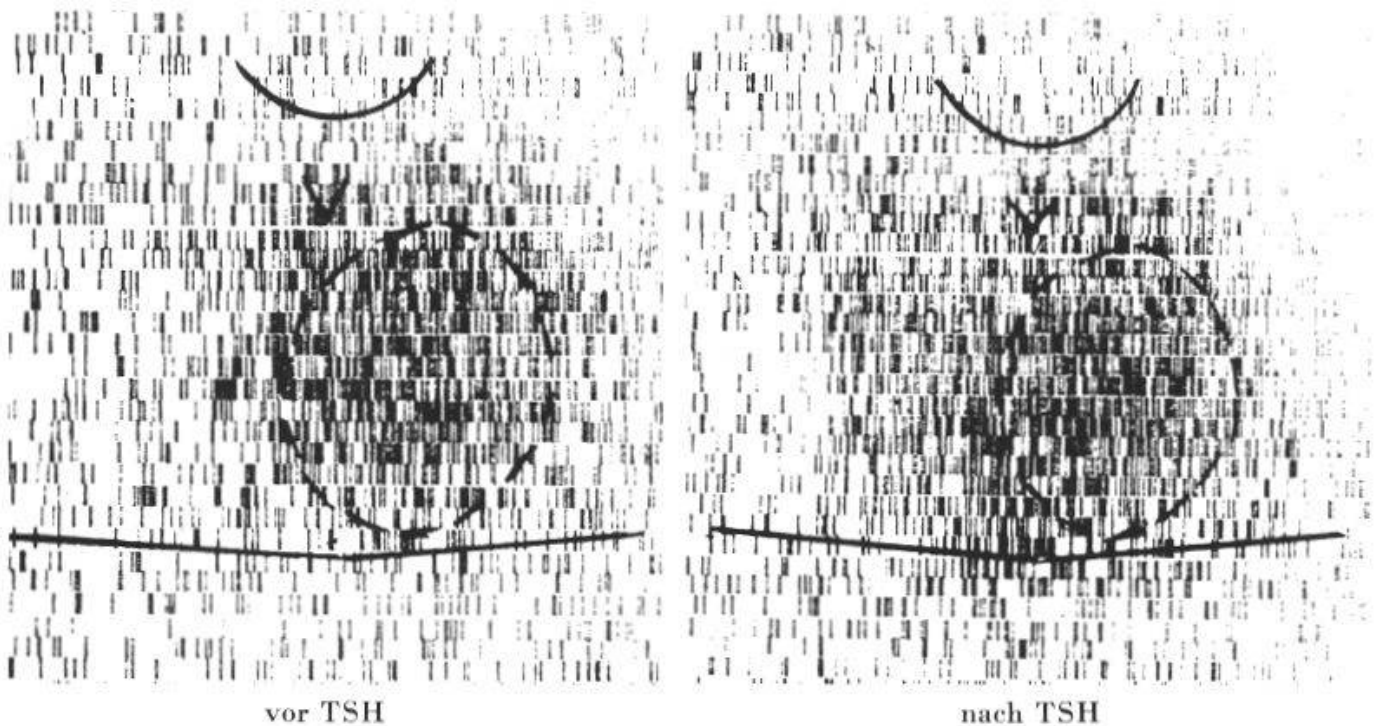


Abb. 15. Toxisches Adenom. Kläre St., 50jährig. Seit 16 Jahren nach einem Partus Knotenstruma. Langsame Größenzunahme. Seit 1 Jahr Zittern der Hände, innere Unruhe, Schlafstörungen, Herzbeschwerden, Gewichtsabnahme, keine Augensymptome. Grundumsatz + 56%. Eindeutige Hyperthyreose. Nach Thyreotropin stellt sich der rechte Seitenlappen, der vorher nicht vorhanden war, im Szintigramm angedeutet dar.

### *Das kompensierte toxische Adenom*

Besondere Probleme bietet das kompensierte toxische Adenom (*Horst* 1959). Es handelt sich um ein typisches Adenom mit Autonomie der Hormonproduktion. Es unterscheidet sich vom eben besprochenen dekompenzierten toxischen Adenom dadurch, daß die Funktion des übrigen normalen Schilddrüsengewebes zwar herabgesetzt, aber noch nicht ganz aufgehoben ist. Die Gesamthormonproduktion der Schilddrüse hält sich also in normalen Grenzen, sodaß die Euthyreose des Körpergewebes gewährleistet ist. Die Einzeldaten der Funktionsanalyse bewegen sich im allgemeinen auch im Normalbereich. Jedoch fand *Horst* gelegentlich schon eine Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes als Ausdruck einer Verminderung des Jodreservoirs der Drüse.

Im Szintigramm ist ein solcher Knoten nicht von einem warmen Knoten, also von einer knotigen Hyperplasie zu unterscheiden (Abb. 16). Die Entscheidung bringt der Suppressionstest mit anschließender Szintigraphie. Handelt es sich um einen warmen Knoten, so geht nach Gabe von Schilddrüsenhormon szintigraphisch die Speicherung etwa in gleicher Weise im Knoten wie im übrigen Parenchym zurück. Liegt aber ein dekompenziertes toxisches Adenom vor, so verschwindet im Szintigramm nur die übrige normale Schilddrüse, während der autonome Knoten unbeeinflusst bleibt.

Da es sich mit großer Wahrscheinlichkeit beim kompensierten toxischen Adenom um ein potentiell dekompenziertes toxisches Adenom handelt, muß der Knoten auf alle Fälle beseitigt werden, entweder durch chirurgisches Eingreifen oder durch Radiojodtherapie. Am besten führt man die Radiojodtherapie unter Fortsetzung der Hormonbehandlung durch. Auf diese Weise bleibt das gesunde Schilddrüsengewebe inaktiv und wird infolgedessen auch durch die therapeutische Radiojoddosis nicht geschädigt. Das Adenom zieht vielmehr die gesamte Menge des überhaupt in die Schilddrüse gelangenden Radiojods an sich.

Hat die Behandlung (chirurgisch oder radiotherapeutisch) zu einem Erfolg geführt, so stellt sich wie bei dekompenzierten toxischen Adenomen alsbald das gesamte gesunde Schilddrüsengewebe wieder im Szintigramm dar.

Auf eine weitere therapeutisch wichtige Differentialdiagnose bei der Hyperthyreose weist *Horst* hin: Die Unterscheidung zwischen einem echten toxischen Adenom und einer hyperthyreotischen kugelig umgebauten Schilddrüse, die die Lappen der Schilddrüse überlagert. Wegen der Größe des Knotens ist es bei Vorliegen eines toxischen Adenoms oft nicht möglich, im Thyreotropintest die Seitenlappen zur Darstellung zu bringen. Es empfiehlt sich in solchen Fällen, die Radiojodtherapie in

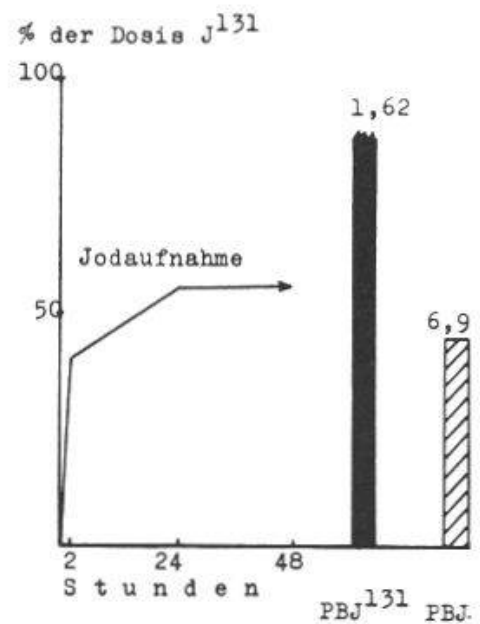
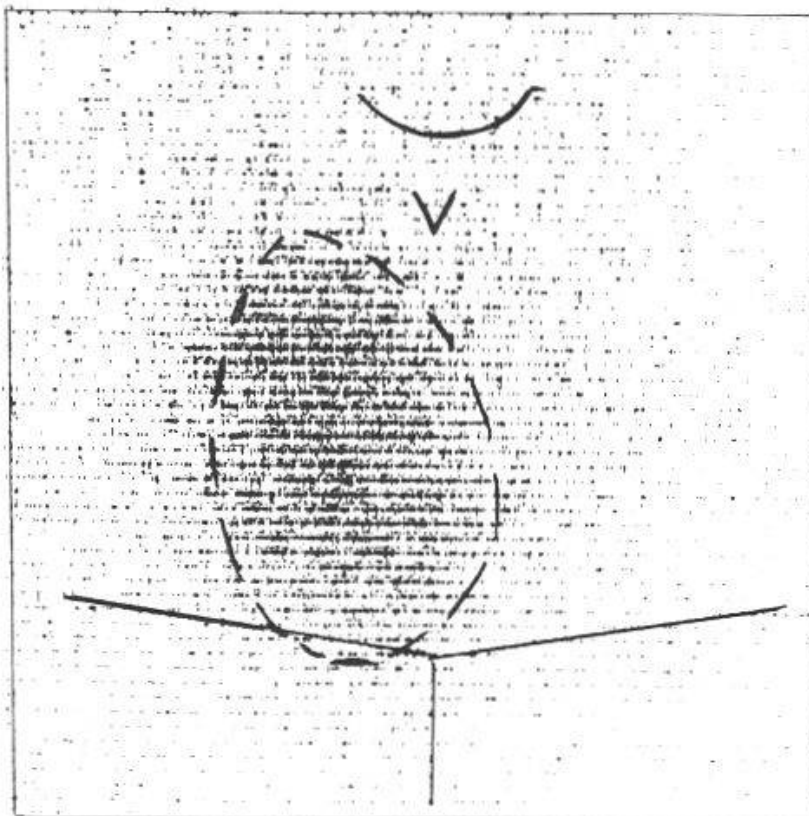


Abb. 16. Kompensiertes toxisches Adenom. Heidi B., 25jährig. Stets leicht erregbar. Vor 5 Jahren erstmals kleiner Knoten rechts. Langsame Größenzunahme. Gewicht konstant, keine Augensymptome. Gelegentlich örtliche Beschwerden. Vegetative Labilität. Befund: Ziemlich schnelle Jodspeicherung, hohe Geschwindigkeit des intrathyreoidalen Jodumsatzes, aber euthyreote Gesamtlage. Suppressionstest negativ.

refracta dosi durchzuführen, d. h. mit einer ersten Dosis den Knoten soweit zu verkleinern, sodaß man im interimistisch durchgeführten Thyreotropinversuch entscheiden kann, ob die Seitenlappen der Schilddrüse wieder zur Darstellung kommen oder nicht. Treten sie nicht auf, so handelt es sich um einen kugeligen hyperplastischen Umbau. Treten sie nach Thyreotropin wieder auf, so liegt ein echtes toxisches Adenom vor. Im letzteren Fall wird die therapeutische Gesamtdosis wesentlich höher sein als im ersteren Falle.

### Die Thyreoiditis

Bei der akuten und subakuten, nicht eitrigen Thyreoiditis ist die Radiojodaufnahme in den betroffenen Partien deutlich herabgesetzt, mitunter nur in einem Lappen. Man kann die verminderte Aktivität szintigraphisch darstellen (Abb. 17). Jedoch hat dies relativ wenig Bedeutung, da der klinische Befund die Lokalisation des Prozesses meist gestattet. Das gleiche gilt von der akuten eitrigen Thyreoiditis. Bei den beiden Formen der chronischen Thyreoiditis, der *Hashimoto-Struma* und der *Riedelschen Struma*, lassen sich keine Besonderheiten in der

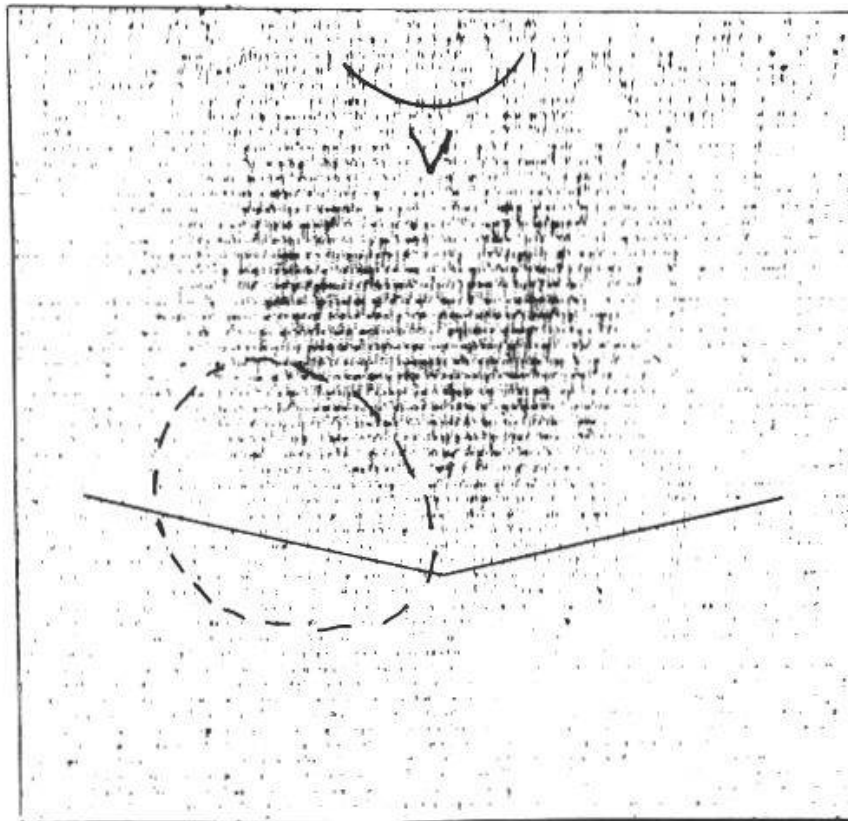


Abb. 17. Thyreoiditis. Ilse St., 37jährig. Seit einigen Wochen schnell wachsender, schmerzhafter, geröteter Knoten an der rechten Halsseite. Funktionsdaten normal.

Szintigraphie feststellen, es sei denn, daß die Radiojodaufnahme manchmal erhöht ist, ohne daß eine Hyperthyreose vorliegt. Dies ist differentialdiagnostisch vielleicht wichtig gegenüber dem Schilddrüsenmalignom.

### *Die endokrine Ophthalmopathie*

Beim Vorliegen einer endokrinen Ophthalmopathie spielt die Szintigraphie zwar nicht eine entscheidende, aber doch oft wichtige Rolle bei der Klärung der Pathogenese dieses Zustandes. Es handelt sich dabei um die bei der *Basedowschen* Krankheit bekannten Augenerscheinungen, die aber auch außerhalb der Hyperthyreose bei völlig euthyreoter Stoffwechsellage in Erscheinung treten können.

Die Augenveränderungen können leicht und unerheblich sein (Glanzauge, Retraktion des Oberlides, Graefe'sches Phänomen und mäßiger Exophthalmus), es kann sich aber auch um einen schweren progredienten Verlauf handeln, der zu infiltrativen Veränderungen, periculären Ödemen und malignem Exophthalmus führt und unter Umständen den Verlust des Auges zur Folge hat. Der Exophthalmus mit seinen Folgerscheinungen beruht auf einer Volumenvermehrung des retrobulbären Gewebes mit Vermehrung der bindegewebigen Grundsubstanz, Fettinfiltration und Rundzelleninfiltration, die auch auf die extraoculären Augenmuskeln übergehen kann.

Die innere Verwandtschaft zwischen euthyreoter endokriner Ophthalmopathie und der echten Hyperthyreose läßt sich daran erkennen, daß der Suppressionstest in beiden Fällen negativ ist, d. h. bei beiden Krankheitszuständen ist der hypophysäre Reglermechanismus ausgeschaltet.

Daß das Thyreotropin oder eine seiner Fraktionen, der exophthalmos producing factor (EPF), bei der Pathogenese eine Rolle spielen muß, geht schon aus der klinischen Beobachtung hervor, daß man trotz vorliegender Hyperthyreose immer dann Augenerscheinungen vermißt, wenn eine hypophysäre Genese sicher nicht in Frage kommt, d. h. beim toxischen Adenom und bei der Hyperthyreosis factitia.

Es gibt Fälle von endokriner Ophthalmopathie, bei denen sicher eine Euthyreose vorliegt, bei denen man hyperthyreote Phasen in der Anamnese nicht nachweisen kann und bei denen auch niemals die Schilddrüse in irgend einer Weise durch ärztliche Maßnahmen beeinflußt worden ist. Das Vorliegen der Euthyreose läßt sich durch Bestimmung des chemisch analysierten Hormonjods im Blut, der Fettwerte im Blut, des Grundumsatzes und gegebenenfalls auch der Halbwertszeit des Thyroxin im Blut sichern.

Das wesentlichste Ergebnis der Funktionsdiagnostik ist darin zu sehen, daß der intrathyreoidale Jodumsatz in allen Fällen erhöht ist.

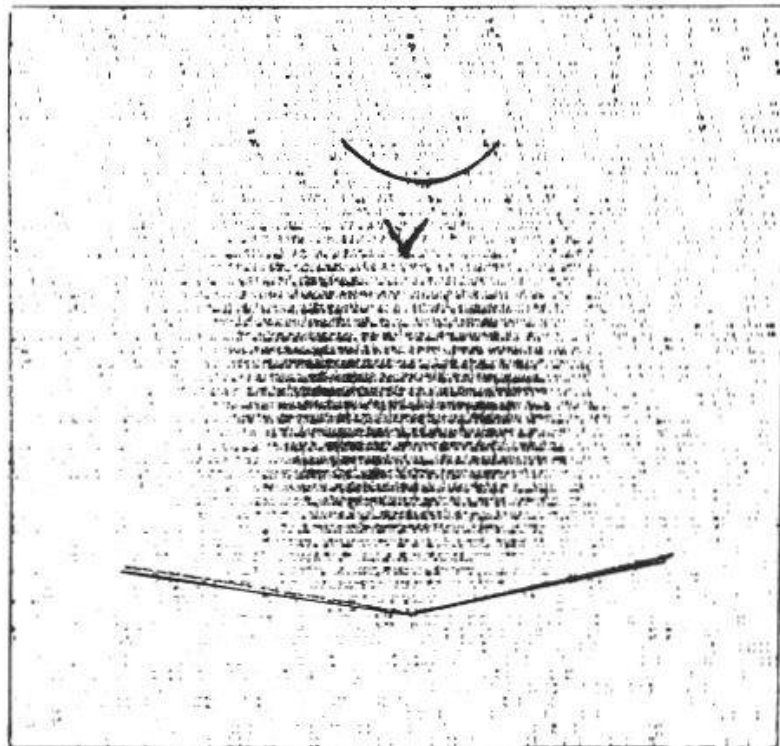
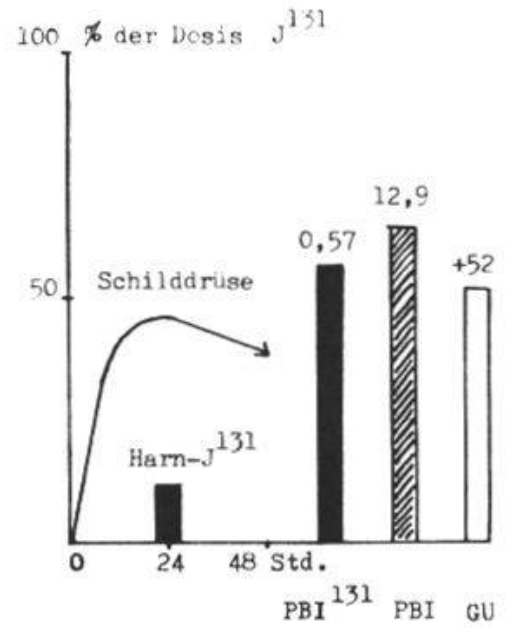
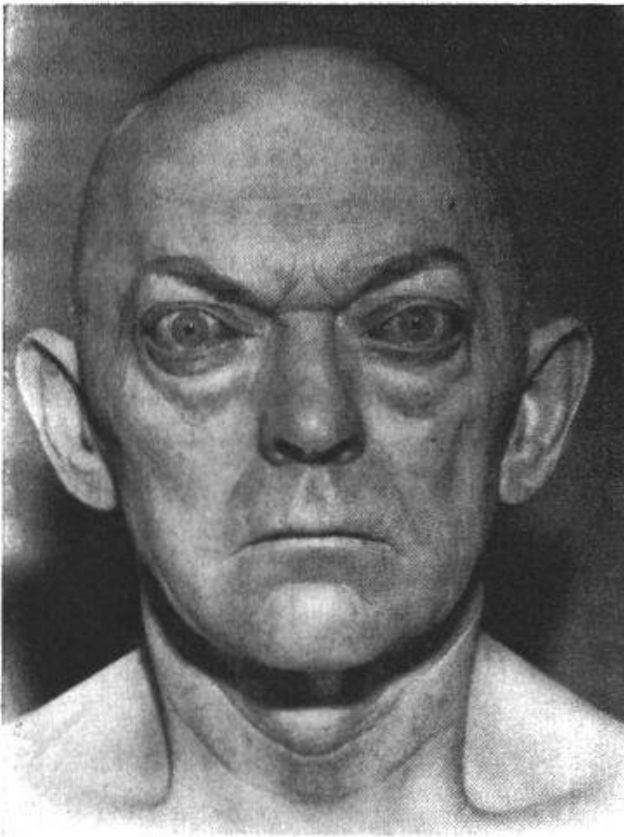


Abb. 18. Progrediente maligne endokrine Ophthalmopathie mit Hyperthyreose ohne Struma. F. K., 60jährig. Seit 2 Jahren Gewichtsabnahme von etwa 20 kg. Herzbeschwerden, keine Struma. Vor 1 Jahr progressive Augenveränderungen. Später Doppelsehen. Protrusio bulborum, Lidödem. Chemosis. Gut ausgebildetes Szintigramm. Funktionsanalyse: Hyperthyreose.

Die Kurve der Jodspeicherung zeigt eine fallende Tendenz von der 24.–48. Std.; das  $PBJ^{131}$  als Maß der Geschwindigkeit des Jodumsatzes in der Schilddrüse ist konstant erhöht, wenn auch nicht so erheblich wie beim Vorliegen einer floriden Hyperthyreose (in unserem Düsseldorf Krankengut nach *Klein, Zimmermann* und *Lins*: 1,05% der Dosis/L Serum bei der euthyreoten endokrinen Ophthalmopathie und 1,78% der Dosis/L Serum bei der floriden Hyperthyreose).

Das Szintigramm läßt häufig, ganz im Gegensatz zur floriden Hyperthyreose, charakteristische Veränderungen erkennen: Die normale Schmetterlingsform der Schilddrüse stellt sich nicht dar. Die Drüse ist im Szintigramm vielmehr kleiner, oft asymmetrisch und zeigt nicht die üblichen regelmäßigen Konturen. Dies läßt auf eine Verkleinerung des Jodreservoirs schließen, auch dann, wenn die endokrine Ophthalmopathie völlig spontan entstanden ist (Abb. 18 und 19).

Man muß bei diesen Krankheitsfällen daran denken, daß die Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes eine Folge der Verkleinerung des Jodpools in der Schilddrüse ist und daß die Euthyreose angesichts der Verminderung des aktiven Schilddrüsengewebes nur durch eine vermehrte Produktion von Thyreotropin mittels Reglermechanismus aufrecht erhalten werden kann. Die Stimulierung der thyreotropen Funktion des Vorderlappens würde die Augenerscheinungen genügend erklären.

Läßt sich szintigraphisch eine solche Verkleinerung des Jodpools nicht nachweisen, so muß man annehmen, daß die vermehrte Produktion des Thyreotropin oder des EPF suprathyreoidale Ursachen hat, die entweder in der Hypophyse selbst oder im Hypothalamus zu suchen sind.

Für die Richtigkeit der geschilderten Hypothese spricht es, daß man wenigstens zu Beginn der euthyreoten endokrinen Ophthalmopathie manchmal durch konsequente Gaben von Schilddrüsenhormon den Exophthalmus bessern und auch die übrigen Augensymptome zur Rückbildung bringen kann.

Die Abb. 20 zeigt zwei Zustände nach Schilddrüsenoperation: Oben ein fast normaler Jodpool ohne Beschleunigung des Jodumsatzes, unten ein stark verkleinerter Pool mit starker Beschleunigung. Die Abb. 21 läßt eine mehrknotige Recidivstruma erkennen.

Der Exophthalmus kommt bei der endokrinen Ophthalmopathie in 10% aller Fälle nur einseitig vor. Die Differentialdiagnose gegenüber andersartigen raumfordernden retrobulbären Prozessen ist deshalb von Bedeutung. In Frage kommen retrobulbäre Tumoren, Aneurysmen, granulomatöse Prozesse und ähnliches. Wir werden nicht selten von den Ophthalmologen nach der Genese eines derartigen einseitigen Exoph-



thalmus gefragt. Kann man im Radiojodtest eine Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes und im Szintigramm eine Verkleinerung des Jodpools der Schilddrüse feststellen, so wird die Diagnose einer endokrinen Ophthalmopathie wahrscheinlich.

Differentialdiagnostisch kommen besonders auch in die Orbita einwachsende Keilbeinmeningeome in Frage, die man szintigraphisch mit Erfolg darstellen kann. Man verwendet hier zweckmäßig nicht  $P^{32}$  sondern die Positronenstrahler  $As^{74}$  und  $Cu^{64}$ . Die Verwendung dieser

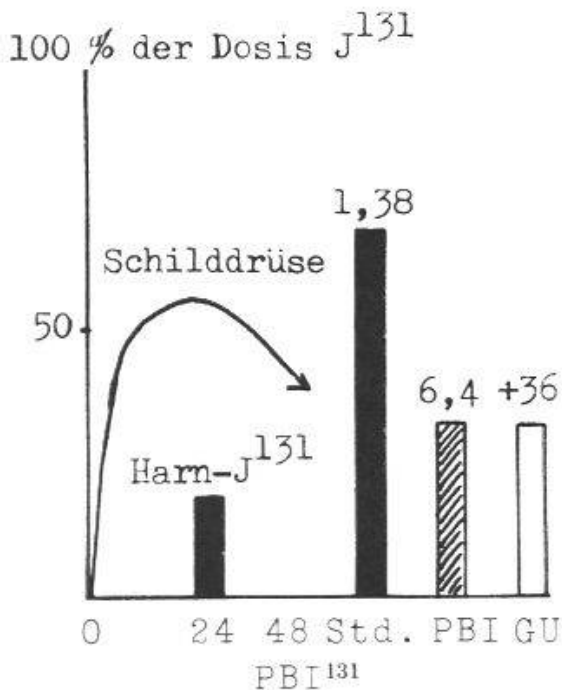
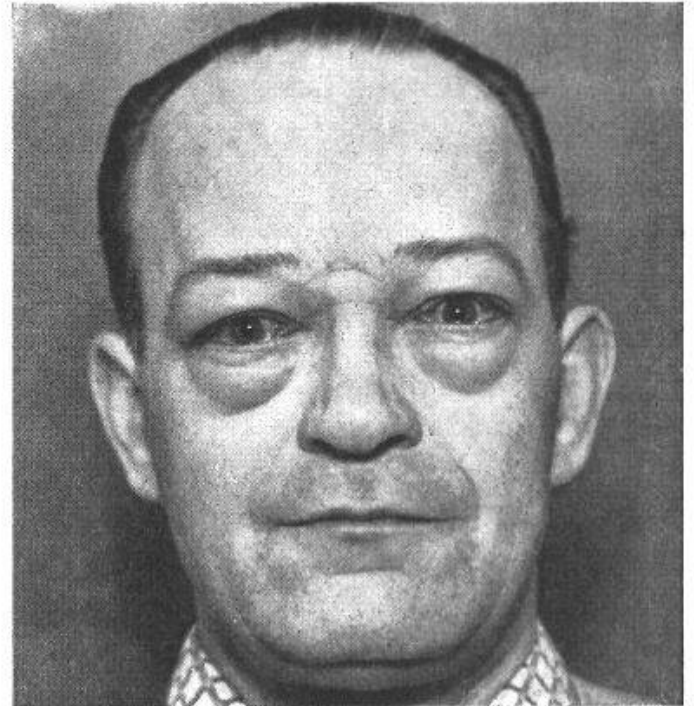
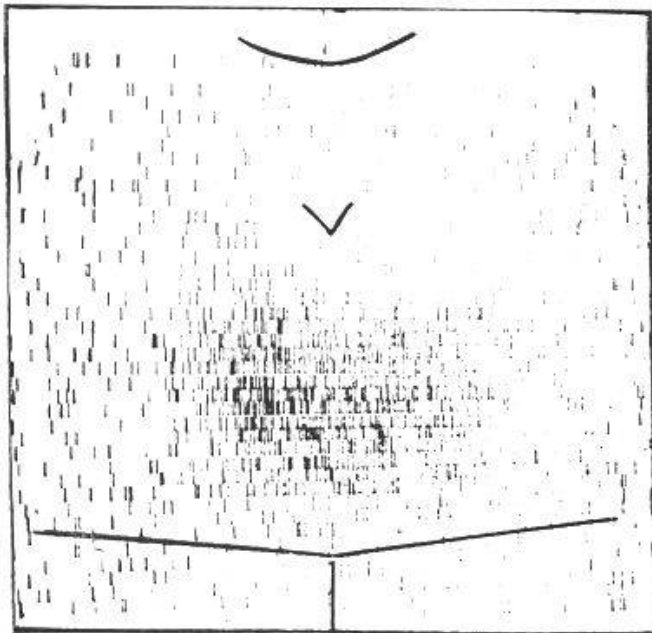


Abb. 19. Euthyreote endokrine Ophthalmopathie. Paul S., 49jährig. Seit 6 Monaten progrediente Augenerscheinungen. Keine Gewichtsabnahme, keine Allgemeinbeschwerden. Exophthalmos. Lidödem. Chemosis. Verkleinerter Jodpool im Szintigramm, Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes. Im übrigen Euthyreose.

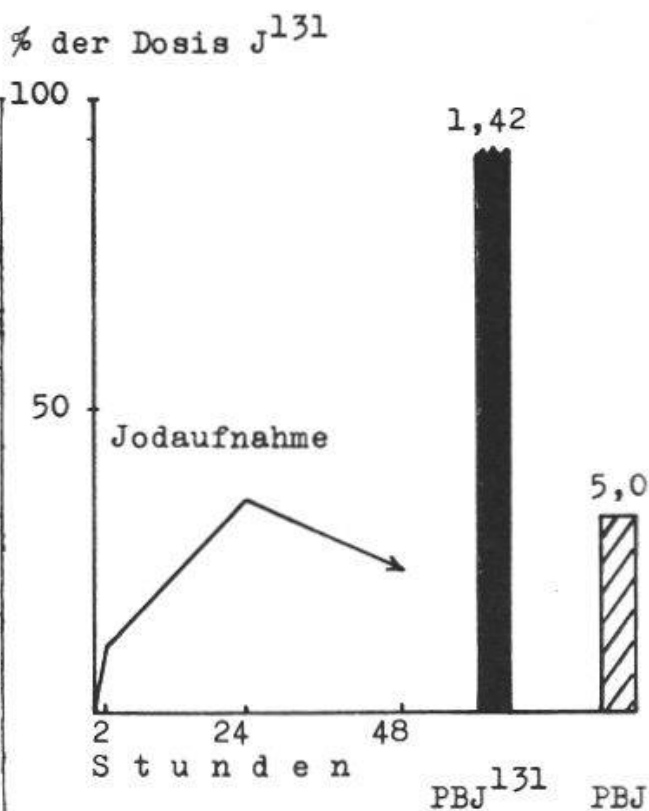
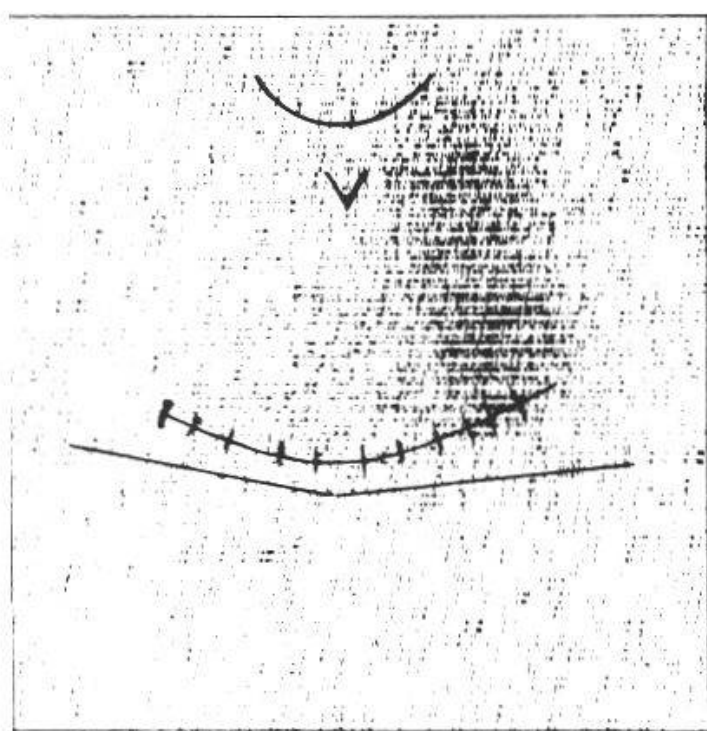
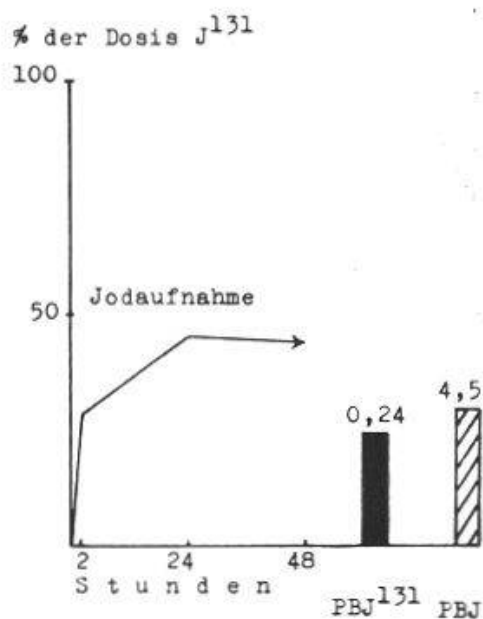
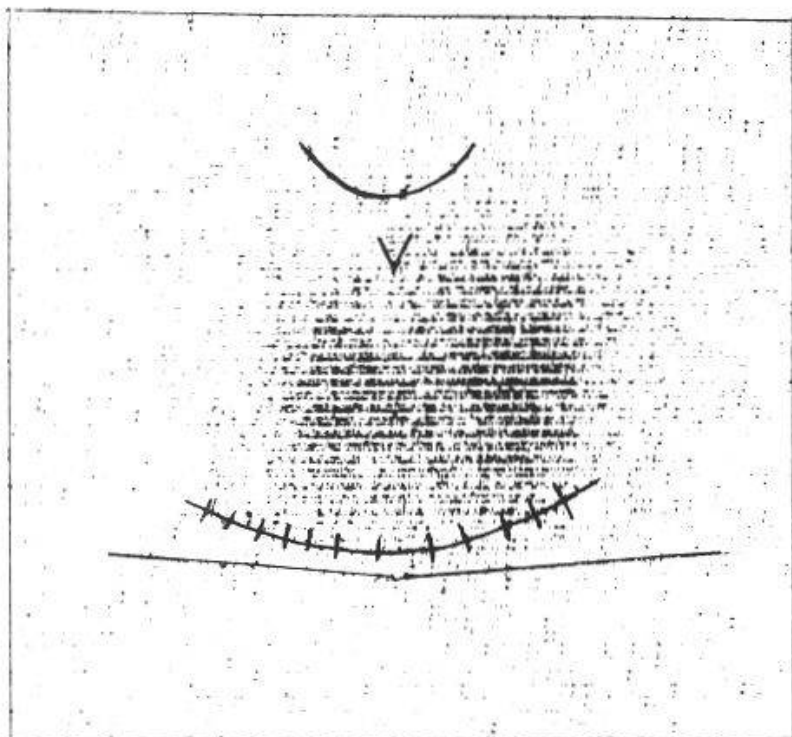


Abb. 20. Zustand nach Strumektomie. – Oben: Hedwig Sch., 36jährig. Vor 4 Jahren Augensymptome. Das Szintigramm läßt den Defekt auf der rechten Seite erkennen. Der Gesamtzustand ist euthyreot. Der intrathyreoidale Jodumsatz ist nicht gesteigert. – Unten: Zustand nach Strumektomie. Martha B., 41jährig. Vor 8 Jahren Strumektomie, seither weiterhin örtliche Beschwerden. Keine Recidivstruma. Keine Augensymptome. Gesamtzustand euthyreot. Das Szintigramm läßt den stark verkleinerten Jodpool erkennen; typisch ist die enorme Steigerung des intrathyreoidalen Jodumsatzes.

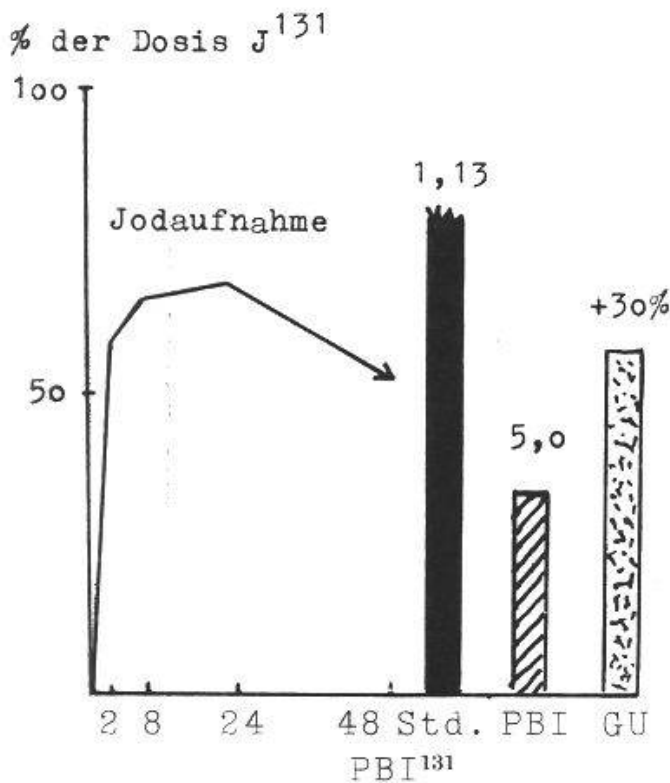
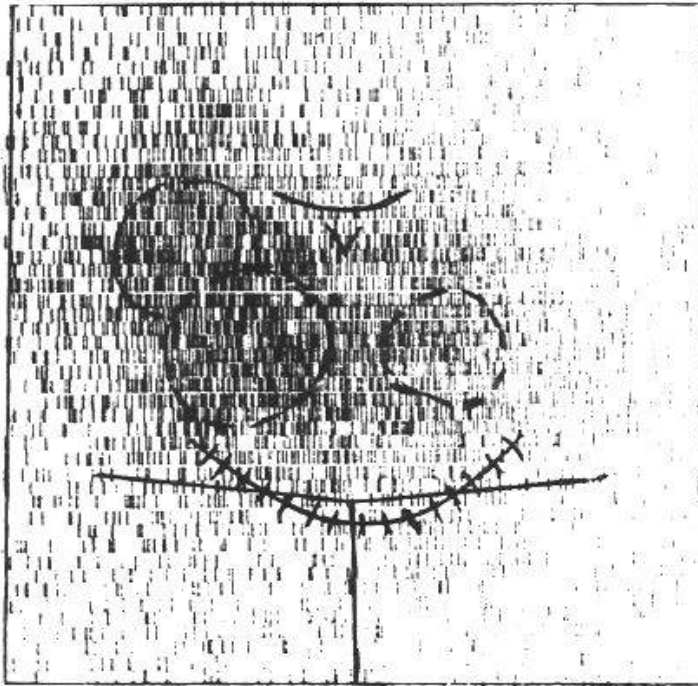


Abb. 21. Euthyreote mehrknotige Recidivstruma. Magdalena A., 29jährig. Vor 8 Jahren Strumektomie. 3 Jahre später erneut Zunahme des Halsumfanges. Körpergewicht und Augen stets gleich geblieben. Einengung der Trachea. Das Szintigramm läßt 2 warme und 1 kalten Knoten erkennen. Gesamtzustand euthyreot. Erhebliche Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes.

Positronenstrahler hat den Vorzug, daß die Strahlenbelastung gering ist und daß die Messung sehr schnell – etwa 20–25 min nach der intravenösen Injektion – vorgenommen werden kann. *Tönnis* und *Wilcke* (1962) untersuchten 300 Tumoren und fanden eine diagnostische Sicherheit von 76% hinsichtlich des Tumornachweises. Ganz besonders gut sind die Ergebnisse bei Meningeomen.

### *Die Aplasien und Dystopien der Schilddrüse*

Manche Entwicklungsanomalien der Schilddrüse sind ohne klinische Bedeutung. Bei andern kann die Kenntnis für den Arzt aber wichtig sein, besonders im Hinblick auf therapeutische Eingriffe. Hier ist die szintigraphische Lokalisation von großem Wert.

#### *Die komplette Aplasie*

Bei völligem Fehlen der Schilddrüse läßt sich natürlich kein szintigraphisches Bild gewinnen, ebenso läuft die Kurve der Jodidphase im Nullbereich. Bei geringen Resten von Schilddrüse kommt es auf den Zeitpunkt der Untersuchung an (Horst 1959). 1 oder 2 Stunden nach der Radiojodgabe kann man unter Umständen ein Bild gewinnen, was später nicht mehr möglich ist.

Um die Diagnose einer Aplasie der Schilddrüse zu stellen, muß man das Vorliegen von ektopischem Schilddrüsengewebe ausschließen.

Mitunter ist bei völlig fehlendem Tastbefund nur ein Lappen der Schilddrüse angelegt (Abb. 22). Dies hat keine Konsequenzen, wenn Euthyreose besteht. Entwickelt sich aber eine Hyperthyreose, so muß der Chirurg wissen, daß die andere Seite fehlt. Wird der angelegte Schilddrüsenlappen unter der Annahme eines toxischen Adenoms extirpiert, so entsteht mit Sicherheit ein Myxödem. In solchen Fällen muß man die Diagnose «toxisches Adenom» durch eine Thyreotropinbelastung sichern (Horst 1959).

#### *Der Lobus pyramidalis*

Der Lobus pyramidalis ist den Chirurgen deshalb gut bekannt, weil er sich nach Resektion gelegentlich knotig verdicken kann. Er entwickelt sich vom Isthmus aus meist auf der rechten Seite nach oben. Hier kann man dann bei einem sich entwickelnden Recidiv szintigraphisch einen isolierten Knoten nachweisen.

#### *Die Zungengrundstruma*

Die Schilddrüse entsteht entwicklungsgeschichtlich als Ausstülpung an der vorderen Schlundwand. Beim Descensus in den Halsbereich kann es zu mannigfachen Entwicklungsstörungen kommen. So kann der ursprünglich vorhandene Mittellappen als Lobus pyramidalis erhalten bleiben, der Descensus kann aber auch ausbleiben, so daß wir im Halsbereich kein Schilddrüsengewebe finden. Dagegen finden sich manchmal Reste von Schilddrüsengewebe am Zungengrund, wo das Foramen caecum den Eingang des ursprünglich vorhandenen Ausführungsganges anzeigt. Aus diesem Gewebe am Zungengrund kann sich eine Struma

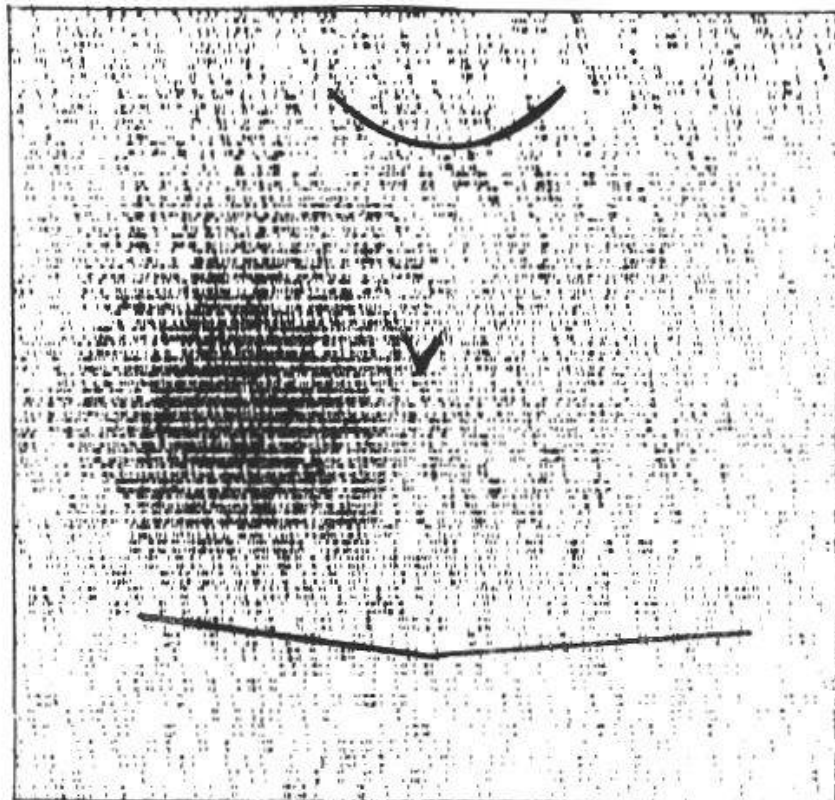
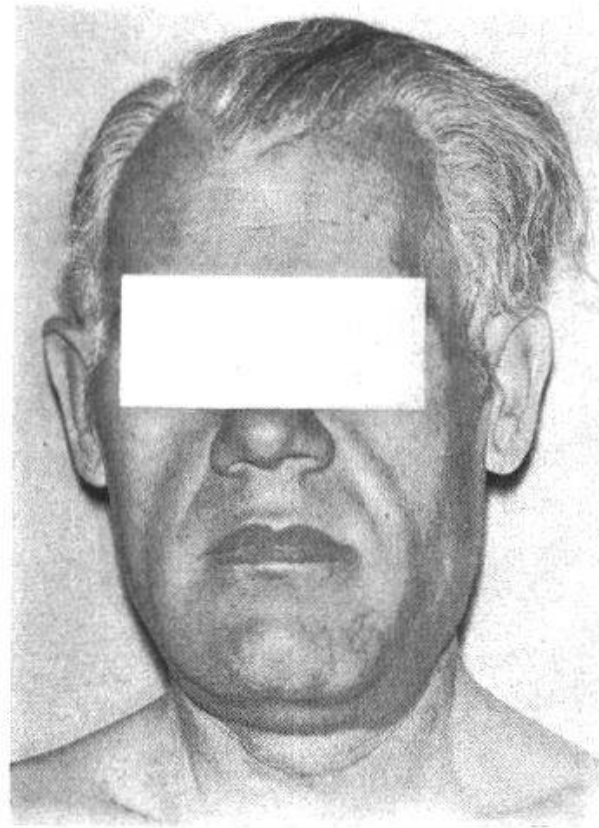


Abb. 22. Aplasie des linken Schilddrüsenlappens bei einem euthyreoten Patienten.

entwickeln, die das einzige sezernierende Schilddrüsengewebe des Körpers darstellt (Abb. 23). Dieses Gewebe reicht meist zur Aufrechterhaltung einer Euthyreose nicht aus. Hypothyreote Zustände sind die Regel.

Die Zungengrundstruma macht häufig gar keine mechanischen Störungen, oft aber führt sie zu Dysphagie und Sprachstörungen, so daß sie manchmal ohne Kenntnis der Zusammenhänge vom Arzt exstirpiert wird. Ein komplettes Myxödem ist dann die Folge.

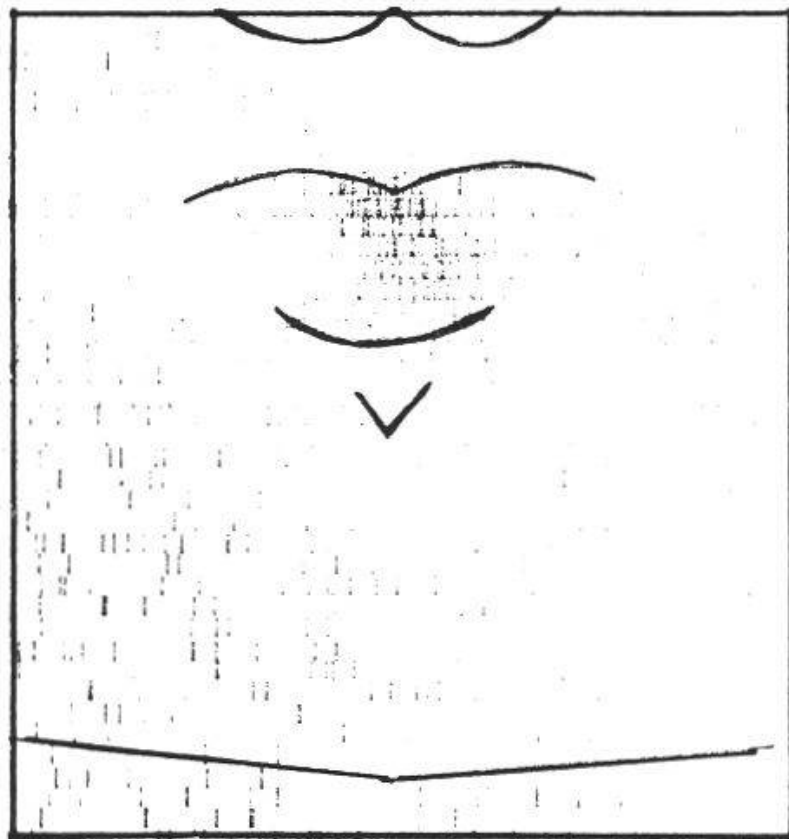
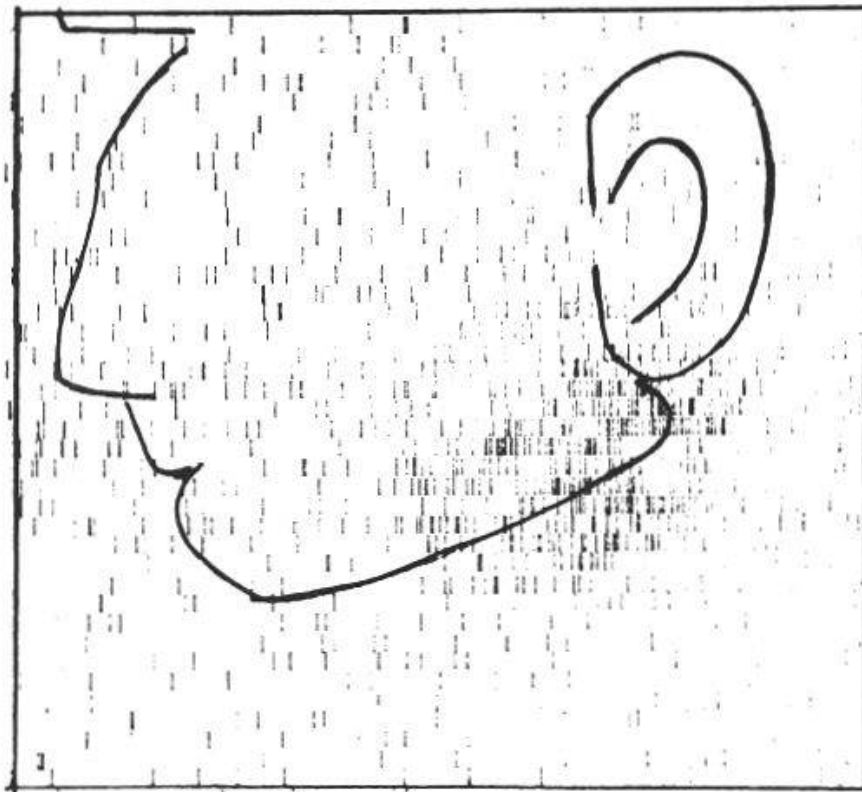
Eine solche Zungengrundstruma kann sich aber auch vikariierend aus Anlageresten entwickeln, wenn aus einem anderen Grunde die Funktion der eigentlichen Schilddrüse sistiert. In solchen Fällen verkleinert sie sich nach Darreichung von Schilddrüsenhormonen.

### *Die intrathorakale Struma*

Die intrathorakale Struma wird im vorderen und hinteren Mediastinum, intratracheal, intraoesophageal und an anderen Stellen beobachtet. Bei der besonders häufigen substernal in den vorderen Thorax eintauchenden Struma handelt es sich gewöhnlich nicht um eine entwicklungsgeschichtliche Anomalie, sondern um die krankhafte Vergrößerung einer Schilddrüse, die durch besondere Druckverhältnisse in die Region des vorderen Mediastinums eindringt. Sie kann mit der Schilddrüse in Zusammenhang stehen oder von ihr getrennt sein. Im allgemeinen wird man den Zusammenhang röntgenologisch erkennen. In anderen Fällen ist dies jedoch nicht der Fall. Hier bringt die Szintigraphie die Klärung (Abb. 24). Sie zeigt, daß der fragliche Tumor in gleichmäßiger Weise Radiojod aufnimmt. Auch hier können sich natürlich degenerative Bereiche ausbilden, so daß die Szintigraphie unter Umständen eine unregelmäßige Verteilung der Aktivität ergibt. Die szintigraphische Erkennung einer intrathorakalen Struma ist deswegen von Bedeutung, weil man bei Vorliegen von Einflußstauung, Tracheal- oder Oesophaguskompression nicht unbedingt auf den chirurgischen Eingriff angewiesen ist, sondern eine solche Struma erfolgreich mit Radiojod behandeln kann. Auch hier empfiehlt sich die gleichzeitige Verabfolgung von kleinen Mengen Schilddrüsenhormon, um die im Beginn der Strahlenbehandlung nicht selten zu beobachtende Schwellung des Schilddrüsengewebes (Thyreotropin-Einfluß!) zu vermeiden.

### *Die Struma ovarii*

Die Struma ovarii gehört in das Gebiet der Teratome, nicht in das der entwicklungsgeschichtlichen Anomalien der Schilddrüse. Sie wird mit 2,7% Häufigkeit unter den Teratomen des Ovarium angegeben



(Gusberg und Danforth 1944). Es ist nachgewiesen, daß sie Schilddrüsenhormone zu produzieren imstande ist. Sie wird deshalb bei sonst gesunden Menschen an der Aufrechterhaltung der Euthyreose beteiligt sein. Ja, es wird behauptet, daß die Struma ovarii eine Hyperthyreose ver-

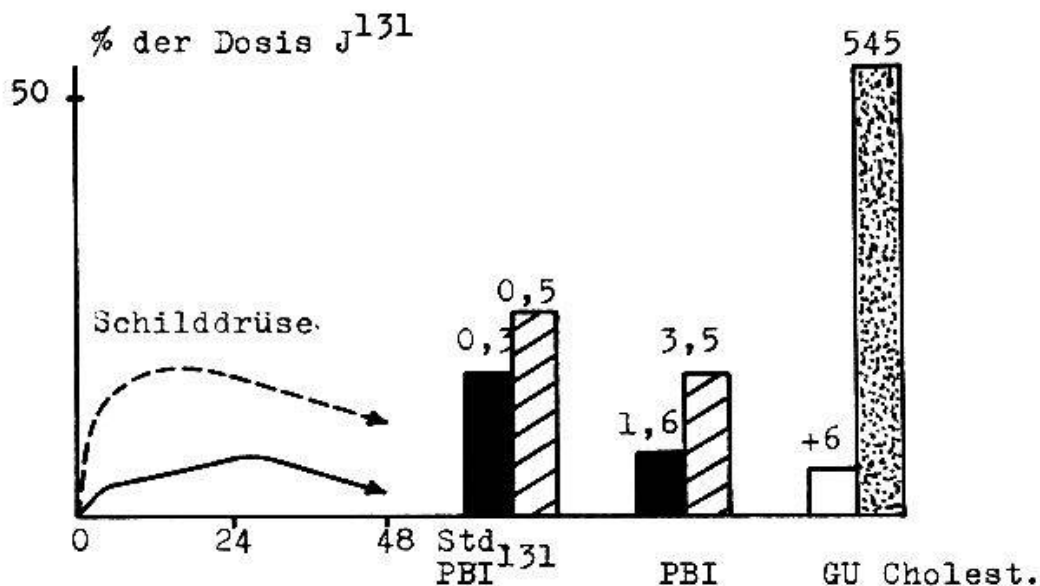


Abb. 23. Zungengrundstruma bei sporadischem Kretinismus. Hans D., 8jährig. 104 cm. Knochenalter 3 Jahre. Hypothyreose. Bisher keine Behandlung. ----- Funktionsdaten nach Thyreotropin.

anlassen könne und daß die hyperthyreotischen Erscheinungen durch Exstirpation des Ovarium verschwinden (*Gusberg und Danforth 1944*). Kürzlich haben *Perlmutter u. Mitarb. (1951)* in einwandfreien Untersuchungen die biologische Aktivität des Schilddrüsengewebes in einer Struma ovarii nachgewiesen. Das Schilddrüsengewebe übte in diesem Falle eine depressive Wirkung auf die Halsschilddrüse aus. Nach Entfernung des Ovars konnte man noch bis zu drei Wochen eine Depression der Schilddrüsenfunktion feststellen (PBI, Radiojodaufnahme). Dann kam es zu einer Erholung der Funktion und zur Euthyreose.

Auch eine Struma ovarii läßt sich szintigraphisch bzw. mittels der Profilmessung feststellen und lokalisieren.

Außer dem nach wie vor unverändert wichtigen klinischen Befund stehen uns 4 Gruppen von Laboratoriumsmethoden für die Schilddrüsendiagnostik zur Verfügung:

1. Diejenigen Methoden, die uns die Antwort der Peripherie auf die Tätigkeit der Schilddrüse vermitteln, d. h. also die Bestimmung des Grundumsatzes, der Blutfettwerte, des Cholesterins usw. Hier ist auch die Bestimmung der Halbwertzeit des Thyroxin sowie der Hamolsky-Test zu nennen.

2. Die Bestimmung des im Blut kreisenden Hormonjods, und zwar sowohl des Hormonjods im weiteren Sinne, PBI, wie auch des Hormonjods im engeren Sinne, BEI, welches die Jodthyronine enthält.



3. Die Möglichkeiten, die uns die Isotopentechnik zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Radiojodaufnahme und -abgabe in der Schilddrüse bietet.

4. Die Lokalisationsdiagnostik durch Isoimpulskarte und Szintigraphie.

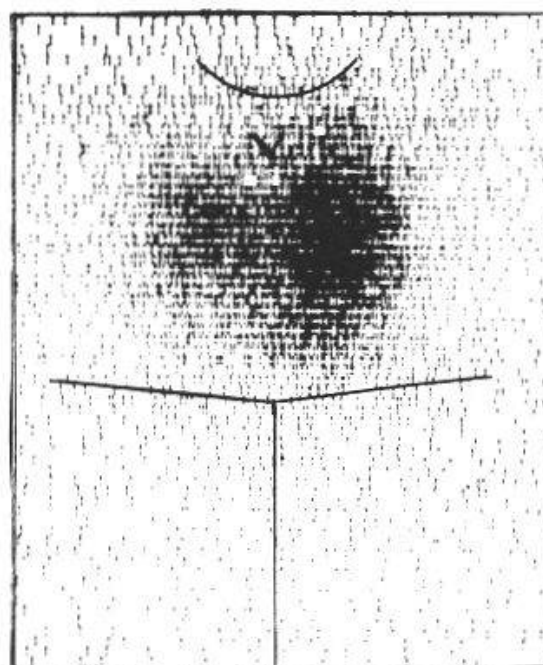
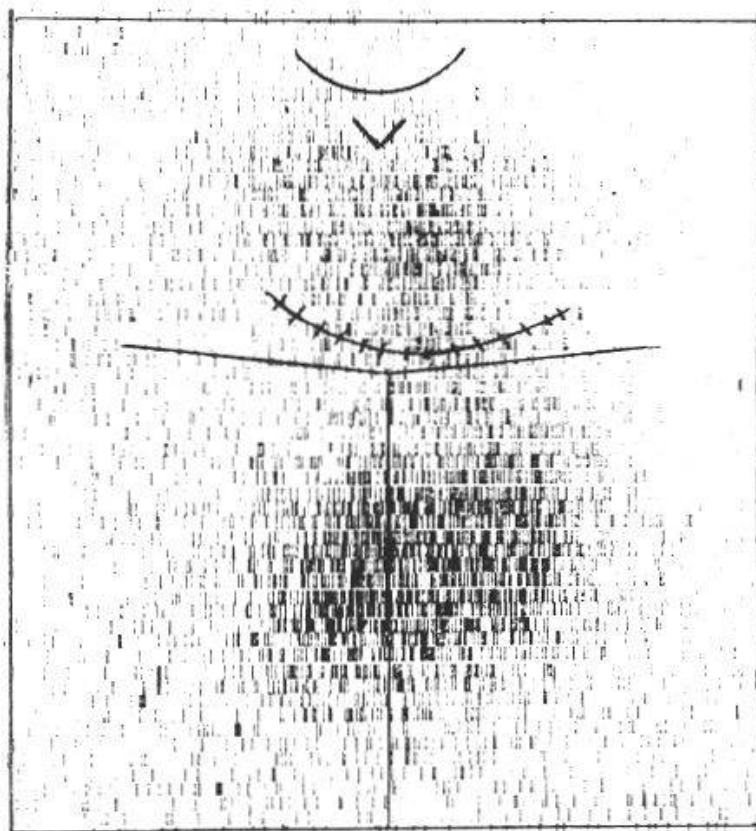
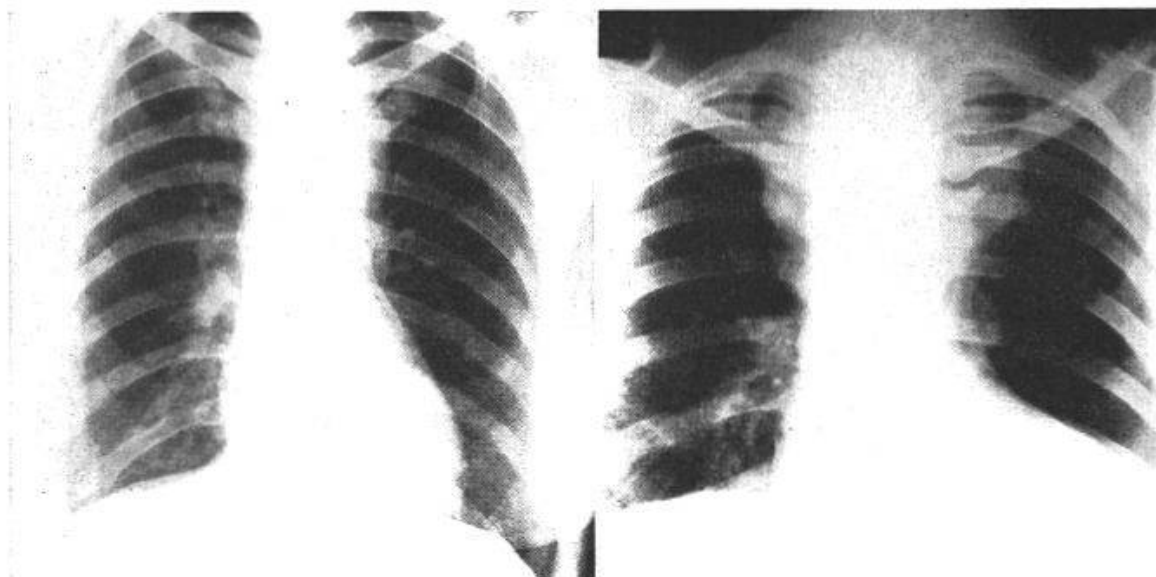


Abb. 24. Links: Recidivstruma mit einem substernalen Anteil. Rechts: substernaler Tumor. Nach Ausweis des Szintigramms handelt es sich aber nicht um Schilddrüsengewebe.

Wie bereits erwähnt, bietet jede dieser Methoden für sich eine Reihe von Täuschungsmöglichkeiten. Untereinander kombiniert, wobei natürlich nicht alle Möglichkeiten erschöpft werden müssen, ist die Treffsicherheit der Diagnostik aber so groß wie bei kaum einem anderen erkrankten Organ.

### *Zusammenfassung*

Die bemerkenswerten Fortschritte, die in der Diagnostik der Schilddrüsenerkrankungen in den letzten Jahrzehnten erzielt wurden, sind neben der chemischen Analyse der Schilddrüsenhormone einschließlich Chromatographie der Einführung der Isotopentechnik zu verdanken. Sie erlaubt uns einerseits einen Einblick in die Funktionsabläufe; andererseits gibt sie uns die klinisch wichtige Möglichkeit der Lokalisationsdiagnostik, beides meist unter Verwendung von  $I^{131}$ , das uns durch die emittierten Gammastrahlen die Aktivitätsverteilung zu messen gestattet.

Während wir früher sogenannte Isoimpulskurven schrieben, bei denen man mit dem Zählrohr Orte gleicher Aktivität nach Art einer Isobarenkarte miteinander verbindet, wird jetzt fast ausschließlich die Szintigraphie angewandt. Sie eröffnet folgende Möglichkeiten: Die Bestimmung der Größe und unter Umständen auch des Gewichtes der normalen Schilddrüse in Verbindung mit Palpations- und Röntgenbefund; bei Strumen die Differenzierung von aktivem und weniger oder nicht aktivem Gewebe (sogenannte warme und kalte Knoten). Auch ein intrathorakaler substernaler Anteil einer Struma läßt sich mit Hilfe der Szintigraphie von andersartigen Tumoren im Thorax abgrenzen. – Bei der Hyperthyreose ergibt die szintigraphisch dargestellte Schilddrüse einen Hinweis für die Größe der zu wählenden Radiojoddosis bei der Therapie. Auch läßt sich Sitz und Ausdehnung der hyperthyreoten Schilddrüse bestimmen, falls eine palpable Struma nicht vorhanden ist. Von entscheidender Bedeutung ist die Szintigraphie bei der Erfassung des toxischen Adenoms, vor allem in Verbindung mit dem Thyreotropin- und dem Suppressions-Test. – Bei Vorliegen einer Thyreoiditis läßt die Szintigraphie manchmal erkennen, ob bestimmte Regionen der Schilddrüse durch den entzündlichen Prozeß ausgeschaltet sind. Bei zahlreichen Erkrankungen, bei denen das Schilddrüsengewebe reduziert ist, läßt die Szintigraphie den Umfang des noch vorhandenen Jodpools erkennen. So wird die Beschleunigung des intrathyreoidalen Jodumsatzes, die bei diesen Zuständen häufig festzustellen ist, verständlich (endokrine Ophthalmopathie, Zustand nach Schilddrüsenresektion, Zerstörung eines Teils der Schilddrüse durch maligne Tumoren). Aplasien und Dystopien der Schilddrüse (Zungengrund-

struma, mediastinale, perikardiale Anlage, Struma ovarii) sind oft nur mittels der Szintigraphie zu erkennen.

Die Lokalisationsdiagnostik mittels Szintigraphie ist zu einer wesentlichen Voraussetzung für die Behandlung zahlreicher Schilddrüsenerkrankungen geworden.

### *Résumé*

Les progrès remarquables qui ont été réalisés, ces dernières années, dans le diagnostic des maladies de la glande thyroïde sont dus, à côté de l'analyse chimique de l'hormone thyroïdienne et à sa chromatographie, presque uniquement à l'introduction de la technique des isotopes. Elle nous permet, d'une part, un aperçu dans l'évolution de la fonction de la thyroïde et, d'autre part, la possibilité, si importante en clinique, de poser un diagnostic de localisation, ceci surtout par application de  $I^{131}$ , qui nous permet de mesurer le degré d'activité en fonction de la quantité de rayons gamma irradiés. Tandis qu'autrefois nous écrivions des courbes dites d'iso-impulsions, dans lesquelles on déterminait avec le tube détecteur des régions de même activité selon une carte avec des courbes isobares, on n'utilise aujourd'hui presque plus que la scintigraphie. Elle ouvre bien des possibilités: la détermination de la grandeur et, selon les cas, du poids de la thyroïde normale en relation avec les données de la palpation et de l'examen radiographique; dans les goîtres, elle permet la différenciation entre le tissu actif et le tissu non actif ou moins actif (nodules dits froids ou chauds). Une portion intrathoracale rétrosternale de goitre peut être différenciée d'autres tumeurs intrathoraciques.

Lors d'hyperthyroïdie, l'image de la thyroïde déterminée par la scintigraphie donne une indication pour la dose de radioiode nécessaire pour faire un traitement. On peut aussi mettre en évidence la grandeur et la situation de la thyroïde hyperactive dans les cas où l'on ne peut pas palper de glande thyroïde. La scintigraphie est d'une importance déterminante pour la mise en évidence de l'adénome toxique, surtout en complément du test par la thyrotropine et sa carence. En présence d'une thyroïdite, l'on peut voir à l'aide de la scintigraphie, si certaines parties de la glande thyroïde sont exemptes de phénomènes inflammatoires. Dans plusieurs affections, dans lesquelles le tissu thyroïdien glandulaire est diminué, la scintigraphie permet de voir l'étendue du tissu contenant de l'iode encore présent. C'est là qu'on trouve l'explication du bilan iodé augmenté dans le tissu thyroïdien, que l'on constate souvent dans des affections telles que l'ophtalmopathie endocrinienne, status post-thyroïdectomie, destruction d'une partie de la thyroïde par tumeur maligne. Une aplasie ou une dystopie de la thyroïde (struma de la base de la langue, struma

médiastinale ou péricardiale, struma ovarii) n'est souvent reconnaissable que par la scintigraphie:

Le diagnostic de localisation par la scintigraphie est devenu une nécessité de première importance dans le traitement de diverses affections de la glande thyroïde.

### *Riassunto*

I notevoli progressi che sono stati raggiunti nella diagnostica delle malattie della tiroide negli ultimi decenni, oltre che all'analisi chimica degli ormoni tiroidei, cromatografia compresa, sono da attribuire all'introduzione della tecnica isotopica. Da una parte essa ci concede uno sguardo nei meccanismi funzionali, d'altra parte essa ci dà la possibilità clinicamente importante della diagnostica di localizzazione; in entrambi i casi per lo più utilizzando  $I^{131}$ , che ci permette di misurare la distribuzione di attività per mezzo dell'emissione di raggi gamma.

Mentre prima registravamo curve cosiddette di isoimpulso, per le quali luoghi di attività uguale vengono congiunti con il tubo contatore a guisa di una carta isobarica, ora viene impiegata quasi esclusivamente la scintigrafia. Essa ci schiude le possibilità seguenti: la determinazione della grandezza e in certi casi anche del peso della tiroide in concerto con i reperti di palpazione e con quelli radiologici; la differenziazione di tessuto radioattivo, meno attivo o inattivo nei gozzi (i cosiddetti nodi caldi e freddi). Anche un settore intratoracico sottosternale di un gozzo può venire differenziato con l'ausilio della scintigrafia da tumori intratoracici di altro genere. Nell'ipertiroidismo, la rappresentazione scintigrafica della tiroide ci dà un'indicazione sulla grandezza della dose di iodio radioattivo da scegliere in terapia. Si possono pure determinare la sede e l'estensione della tiroide iperfunzionante, quando un gozzo non è reperibile con la palpazione. Nella ricerca dell'adenoma tossico, la scintigrafia è di importanza decisiva, soprattutto in congiunzione con la prova della tirotropina e il test di soppressione. Nel caso di una tiroidite la scintigrafia lascia talvolta riconoscere se determinate regioni della tiroide siano eliminate dal processo infiammatorio. In numerose malattie, nelle quali il tessuto tiroideo è ridotto, la scintigrafia ci permette di conoscere il volume della riserva di iodio ancora presente. In tal modo diviene comprensibile l'accelerazione del metabolismo intratiroideo del iodio, che spesso si riscontra in queste condizioni (oftalmopatia endocrina, stato dopo estirpazione della tiroide, distruzione di una parte della tiroide da parte di tumori maligni). Aplasia e distopie della tiroide (gozzo della base della lingua, gozzo mediastinale, posizione pericardica, gozzo dell'ovario) sono spesso riconoscibili solamente per mezzo della scintigrafia.

La diagnostica di localizzazione per mezzo della scintigrafia è diventata una premessa essenziale per la terapia di numerose malattie della tiroide.

### *Summary*

The remarkable advances achieved in the diagnosis of thyroid diseases in the last decade are due, apart from the chemical analysis of the thyroid hormone and its chromatography, to the introduction of the isotope technique. This permits, on the one side, an insight into the decline in function, and, on the other side, provides the important clinical possibility of a localisation: both advantages being given by the use of  $I^{131}$  which allows the measurement of the distribution of the activity through the gamma rays emitted.

Whereas formerly so-called iso-impulse curves were written, with which regions of equal activity were connected with each other by means of a counter tube in a sort of isobar map, nowadays scintigraphy is used almost exclusively. It offers the following possibilities: the determination of size and sometimes also of weight of the normal thyroid in connection with the findings of palpation and X-ray, and in struma, the differentiation of active and less or non-active tissue (so-called warm and cold nodules). Also an intrathoracic, substernal portion of a struma can be distinguished, with the aid of scintigraphy, from tumours of other nature in the thorax. In hyperthyreosis, the scintigraphic demonstration of the thyroid provides evidence of the size of the radio-iodine dose to choose for therapy, and also the site and extent of the hyperthyreotic thyroid, in cases where there is no palpable struma. Scintigraphy is of decisive importance in the detection of toxic adenoma, especially in connection with the thyreotropine and the suppression test. In the case of a thyroiditis, scintigraphy can sometimes determine whether certain regions of the thyroid are eliminated by the inflammatory process. In numerous patients, in whom the thyroid tissue is reduced, scintigraphy reveals the extent of the iodine pool present. Thus the acceleration of the intra-thyroidal iodine metabolism, which is often found in this condition, becomes understandable (endocrine ophthalmopathy, conditions after resection of the thyroid, destruction of a part of the thyroid by malignant tumour). Aplasia and dystopia of the thyroid (tongue base struma, mediastinal pericardial position, struma ovarii) can often be recognised by means of scintigraphy.

Localisation by scintigraphy is now an important preliminary for treatment of many diseases of the thyroid.

- Allen H. C. jr., Libby R. L. und Cassen B.:* The Scintillation counter in clinical studies of human thyroid physiology using  $I^{131}$ . *J. clin. Endocr.* **11**, 492 (1951).
- Allen H. C. jr., Kelly F. und Greene J. A.:* Observations on the nodular thyroid gland with the gammagraph. *J. clin. Endocr.* **12**, 1356 (1952).
- Bauer F. K., Goodwin W. E., Libby R. L. und Cassen B.:* Visual delineation of thyroid glands in vivo. *J. Lab. clin. Med.* **39**, 153 (1952).
- Büchner F.:* Lebenskurve der Tiefland-Schilddrüsen. *Langenbecks Arch. klin. Chir.* **130**, 207 (1924).
- Bürkle de la Camp H.:* Einteilung der strumösen Erkrankung der Schilddrüse. *Langenbecks Arch. klin. Chir.* **130**, 207 (1924).
- Cassen B., Curtis L. und Reed C. W.:* A sensitive directional gammay detector. *Nucleonics.* **6**, 78 (1950).
- Doering P.:* Gewichtsbestimmungen der menschlichen Schilddrüse mit der Szintigraphie. *Klin. Wschr.* **1957**, 944.
- Die radiologische Darstellung der Schilddrüse. *Verh. Kongr. inn. med.* **66**, 90 (1960).
- Goodwin J. F., MacGregor A. G., Miller H. und Wayne E. J.:* The use of radioactive Iodine in the assessment of thyroid function. *Quart. J. Med.* **20**, 353 (1951).
- Goodwin W. E., Cassen B. und Bauer F. K.:* Thyroid gland weight determination from thyroid scintigrams with post-mortem verification. *Radiology* **61**, 88 (1953).
- Gusberg S. B. und Danforth D. N.:* Clinical significance of struma ovarii. *Amer. J. Obstet. Gynec.* **48**, 537 (1944).
- Horst W.:* In: *Strahlenbiologie, Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Krebsforschung.* Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1959.
- Jensen G.:* Zur Methodik einer Radiojodstoffwechseluntersuchung der Schilddrüse. *Klin. Wschr.* **1956**, 434.
- Kelly F. J.:* Observations on the calculation of thyroid weight, using empirical formulae. *J. clin. Endocr.* **14**, 326 (1954).
- Klein E., Zimmermann H. und Lins H.:* Die Schilddrüse bei der endokrinen Ophthalmopathie. *Endokrinologie* **39**, 44 (1960).
- Oberdisse K.:* Die Hyperthyreose. *Verh. dtsh. Kongr. inn. Med.* **66**, 56 (1960).
- Perlmutter M. und Mufson M.:* Inhibition of a cervical thyroid gland by a functioning struma ovarii. *J. clin. Endocr.* **11**, 621 (1951).
- Pochin E. E.:* Investigation of thyroid function and disease with radioactive iodine  $I^{131}$ . *Lancet* **1950/II**, 41 und 84.
- Reinwein D. und Klein E.:* Die Zusammensetzung der jodhaltigen Verbindungen und ihre Beziehung zum Jodumsatz in euthyreoten Strumen. *Acta endocr. (Kbh.)* (in Druck).
- Taylor S. und Stewart F. S.:* Distribution of radioiodine in human thyroid glands. *Lancet* **1951/II**, 232.
- Taylor S.:* The evolution of nodular goiter. *J. clin. Endocr.* **13**, 1232 (1953).
- Tönnis W. und Willcke:* Persönliche Mitteilung 1962.