

# Neutronotropie der Bäume

von Hans-Dieter Langer, Niederwiesa (Juli/2011)

## Einführung

Sicher hat jeder schon öfters vor einem dieser mächtigen Solitärbäume gestanden und seine „Ausstrahlungskraft“ bewundert. Vielleicht ist dabei auch aufgefallen, dass das Erscheinungsbild dieser Fabelwesen in einem merkwürdigen Widerspruch steht: Einerseits beeindruckt die Vitalität (meist suggeriert durch ungewöhnliche Stammabmessungen und ein vermeintlich hohes Alter), andererseits scheint die Kreatur unter einer Menge von Abnormitäten zu „leiden“. Dies ist es, was der Klärung bedarf, denn bei nüchterner Betrachtung handelt es sich um ein äußerst systematisches, weltweit artenübergreifendes Erscheinungsbild. Klassifiziert man nämlich unter bestimmten Gesichtspunkten, so drängt sich vor allem der Eindruck von Flucht vor und Arrangement mit einem bislang in der Biologie unbekanntem Standortphänomen des Baumes auf. Der Autor hat zwar seit ca. 15 Jahren auf die Neutronotropie als Lösungsansatz aufmerksam gemacht, doch wurde dieses neuartige physikalische Konzept in der Fachliteratur nicht aufgegriffen.

Man hätte ja anderenfalls - bei konventioneller Einsicht - unter anderem die These aufzustellen, dass gewisse Bäume umso länger überleben, je kränker sie erscheinen. Das ist freilich aus physikalischer Sicht ganz gewiss die falsche Schlussfolgerung, die aber leider durch gewisse Lehrmeinungen der Biologie und der Forstwissenschaften gefördert wird. Die Arbeitsthese der Neutronotropie lautet jedenfalls völlig anders: An diesem Ort erfährt der Baum eine Wuchskraftverstärkung (konstruktiver Effekt), und seine Abnormitäten resultieren aus Flucht-, Abwehr- und partiellen bzw. totalen Untergangsreaktionen (destruktive Effekte) im örtlichen natürlichen Neutronenfeld.

Als Tropismen bezeichnet man in der Physiologie der Pflanzen deren Bewegungen und Formbildungen infolge äußerer Reize. Bemüht man das Internet, so lautet der Überblick über die verschiedenen bekannten bzw. anerkannten Tropismen wie folgt, siehe [de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org):

Skototropismus: Reaktion auf Schatten (Lianen),

Heliotropismus: Reaktion auf den Lauf der Sonne,

Gravitropismus (früher auch Geotropismus) : Reaktion auf Gravitation (Wurzeln),

Chemotropismus: Reaktion auf chemische Reize (Wurzeln),

Hydrotropismus: Reaktion auf Feuchtigkeit (Lebermoose; Wurzeln),

Thermotropismus: Reaktion auf Wärme,

Thigmotropismus: Reaktion auf Berührung (einige Ranken)

Hinzu kommen weitere Tropismen, bspw. Reaktionen auf elektrische Reize (Galvano- oder Elektrotropismus).

Eine Reaktion auf (natürliche) Kernstrahlung ist nicht erwähnt bzw. unbekannt. Im vorliegenden Beitrag wird jedoch aufgezeigt, dass Neutronotropie eine sehr heftige Reaktion der Bäume auf Reize durch Neutronen sein kann, die als natürliche Hintergrundstrahlung aus der Erde in die Biosphäre gelangen (Geoneutronen).

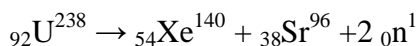
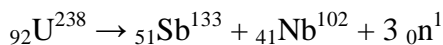
## Natürliche Kernstrahlung

Die terrestrische Neutronenstrahlung wird sogar bei Erhebungen zur Umweltradioaktivität im Allgemeinen vernachlässigt. Freie, hauptsächlich langsame Neutronen sind jedoch ein

untrennbarer Bestandteil der natürlichen Strahlenbelastung in den irdischen Lebensräumen. Zudem wird die umstrittene, biologische Wirksamkeit der Neutronen (Qualitätsfaktor, Niedrigdosenproblematik) wahrscheinlich noch immer viel zu sehr unterschätzt. Der vorliegende Beitrag soll auf diese Defizite und ihre biologischen Folgen aufmerksam machen.

Man muss sich zunächst nach den Quellen der freien Neutronen in der Biosphäre fragen. Grundsätzlich gibt es zwei Ursprünge: Es sind dies einerseits zahlreiche natürliche Kernprozesse in der Erde (Geoneutronen) und andererseits die Sekundärneutronen als Folgeprodukt der Wechselwirkung der Kosmischen Strahlung mit der Erdatmosphäre. Beide Komponenten befinden sich zudem in den oberflächennahen Räumen der Erdkruste und der Atmosphäre in einer gewissen Wechselwirkung.

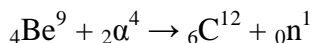
So entstehen zum Beispiel Geoneutronen bei folgenden spontanen Uran-Zerfällen:



Der Urangehalt der Erdkruste wird mit 2,7 ppm geschätzt ([www.mineralienatlas.de](http://www.mineralienatlas.de)). Kernreaktionen des terrestrischen Urans können jedoch auch durch kosmische Sekundärneutronen ausgelöst werden, z.B. ([www.hzdr.de](http://www.hzdr.de)):



Die Anwesenheit natürlicher  $\alpha$ -Teilchen - und hiermit sei auf die enge Verflechtung der Geoneutronenstrahlung mit dem natürlichen Radon-Vorkommens ( ${}_{222}\text{Rn}$ /Radon: Uran-Zerfallsreihe);  ${}_{220}\text{Rn}$ /Thoron: Thorium-Zerfallsreihe) hingewiesen - sorgt für weitere Kernreaktionen, bei denen Geoneutronen frei werden, unter anderem:



Das Beryllium-Vorkommen in der Erdkruste beträgt immerhin 0,00053% ([de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org)). Auf weitere Geoneutronen-Quellen wird hier nicht eingegangen.

## Standorte von zwei ausgewählten Solitärtestbäumen

Für die eigenen Untersuchungen sollten zwei Baumstandorte ausgewählt werden, die sich in der regionalen Belastung durch natürliche Kernstrahlung grundsätzlich unterscheiden.

Der kleine Bäderort Jachymov im Erzgebirge war einer der Ausgangspunkte zur Entdeckung radioaktiver Elemente durch Marie Curie und langjährig das Zentrum des Uran-Bergbaus auf tschechischem Boden. Noch heute sprudeln dort ergiebige Mineralwasserquellen mit sehr hohem Radongehalt, die in den örtlichen Heilbädern genutzt werden. Die Strahlungspegel in den Wannen zählen im europäischen Maßstab mit Abstand zu den höchsten, siehe Tabelle 1. (Eigene Untersuchungen des Badewassers haben diesen Status bestätigt.)

Auch im Trinkwasser ist  ${}_{222}\text{Rn}$  enthalten. Untersuchungen des Bundesamtes für Strahlenschutz (siehe [www.umweltinstitut.org](http://www.umweltinstitut.org)) haben bei privaten Verbrauchern einen Mittelwert von 5,9 Bq/l ergeben. 10 % der gemessenen Werte lagen oberhalb von 50 Bq/l und ca. 7 % des deutschen Trinkwassers wiesen mehr als 100 Bq/l auf. Der Höchstwert betrug

immerhin 1.500 Bq/l. (Die [EU-Empfehlung 2001/928/Euratom](#) lautet dazu, dass bei Überschreitung einer Rn-Konzentration von 100 Bq/l zu prüfen ist, ob Gegenmaßnahmen zum Schutz der menschlichen Gesundheit erforderlich sind.)

Tabelle 1: Europäische Heilquellen mit hohem Radongehalt im Vergleich

Ort/Land	Maximale $^{222}\text{Rn}$ -Konzentration in Bq/l
Bad Schlema/ Deutschland	ca. 250
Caldas de Besaya/ Spanien	ca. 560
Ladek Zdrój/ Polen	ca. 1.100
Bad Steben/ Deutschland	ca. 1.500
Fichtelberg/ Deutschland	ca. 1.600
Bad Gastein/ Österreich	ca. 1.900
Sybillenbad/ Deutschland	ca. 2.000
St. Jachymov/ Tschechien	ca. 12.500

Die Übersichtskarte der natürlichen Radioaktivität in Bild 1 zeigt, dass deutsche Heilquellen mit hoher Radon-Konzentration grundsätzlich im Bereich der sogenannten Risikogebiete (z.B. [www.test.de](#)) natürlicher Kernstrahlung liegen. Das trifft selbstverständlich auch für die ausländischen Standorte zu, wobei gerade die benachbarte Region um Jachymov diesbezüglich keine Ausnahme macht. Befremdend ist allerdings, wie bereits oben angedeutet, dass man sich bei Feldmessungen - etwa zur Erstellung der Übersicht in Bild 1 - stets auf  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung bzw.  $^{222}\text{Rn}$  beschränkt hat, z.B. [www.ib-rauch.de](#), [www.precura.de](#), und die natürliche Neutronenstrahlung außen vor ließ. Deren unmittelbare Vergesellschaftung mit dem  $^{222}\text{Rn}$  bedeutet jedoch, dass man die natürlichen regionalen Strahlenbelastungen durch Neutronen anhand von Rn-Feldmessungen oder Rn-Mineralwasser-Konzentrationen unmittelbar abschätzen kann.

Die Standortauswahl für die eigenen Untersuchungen zweier Solitär bäume mit ausgeprägten Wuchsanomalien war somit festgelegt: Die Esche im Ortszentrum von Jachymov/ Tschechien und die Linde im Garten der Stadtkirche zu Trebsen/ Deutschland. Vielleicht nicht ganz zufällig stehen die Bäume seit unbekannter Zeit neben alten Kirchen. Bemerkenswert ist auf jeden Fall bezüglich der Esche, dass sich die Rn-reichen Quellen mit dem ehemaligen Bergbau-Hauptschacht ganz in der Nähe befinden und viele Gebäude in der Umgebung wegen zu hoher  $^{222}\text{Rn}$ -Belastung unsaniert leer stehen. Zum Schutzstatus dieses Baumes ist nichts bekannt, doch ist er Teil der Platzgestaltung vor der St. Joachim-Kirche. Insofern konnte ein einheitlicher Bodenzustand (Wiese, Bodenbefestigungen, siehe Bild 2) nicht ganz gewährleistet werden. Die Linde in Trebsen steht unter Denkmalschutz und wurde kürzlich saniert. Die gesamte Messfläche besteht in diesem Fall aus unbefestigtem Gelände.

## Bestandsbeschreibung

### Die Esche von Joachimsthal

Die verschiedenen Ansichten in den Bildern 2 bis 4 vermitteln einen mächtigen Baum (Umfang: ca. 7,30 m) mit stark geneigtem Schaft und Zwieselkrone, deren Hauptäste (hier nur noch als Stümpfe) der Stammneigung folgen. Während der Stamm auf der Seite, zu der er sich mit einem Winkel von ca.  $30^\circ$  von der Senkrechten neigt, eine ganz normale, ungestörte Borke entwickelt hat, zeigt diese im wulstigen, beulenübersäten anderen Abschnitt einen völlig abweichenden Charakter. Das Abschlussgewebe der Borke ist nicht durch die typische

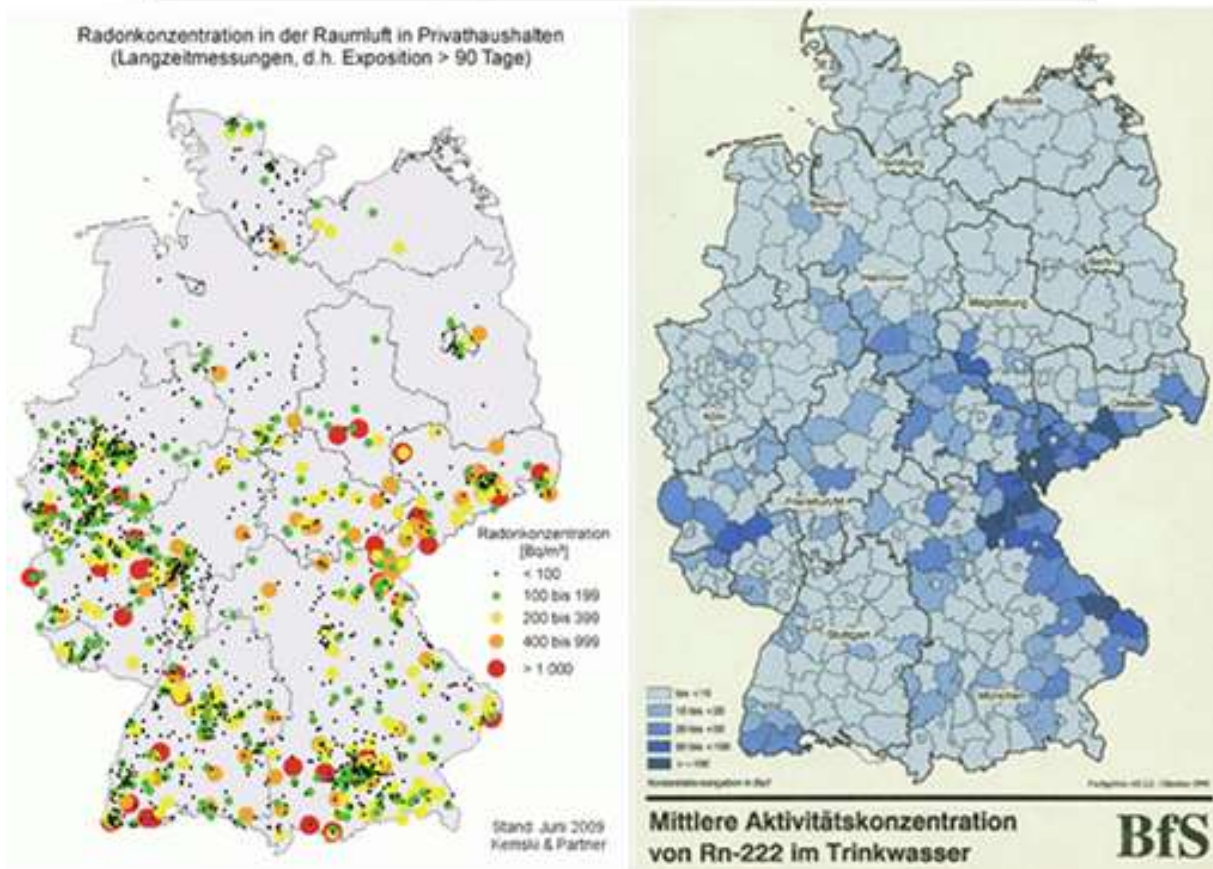
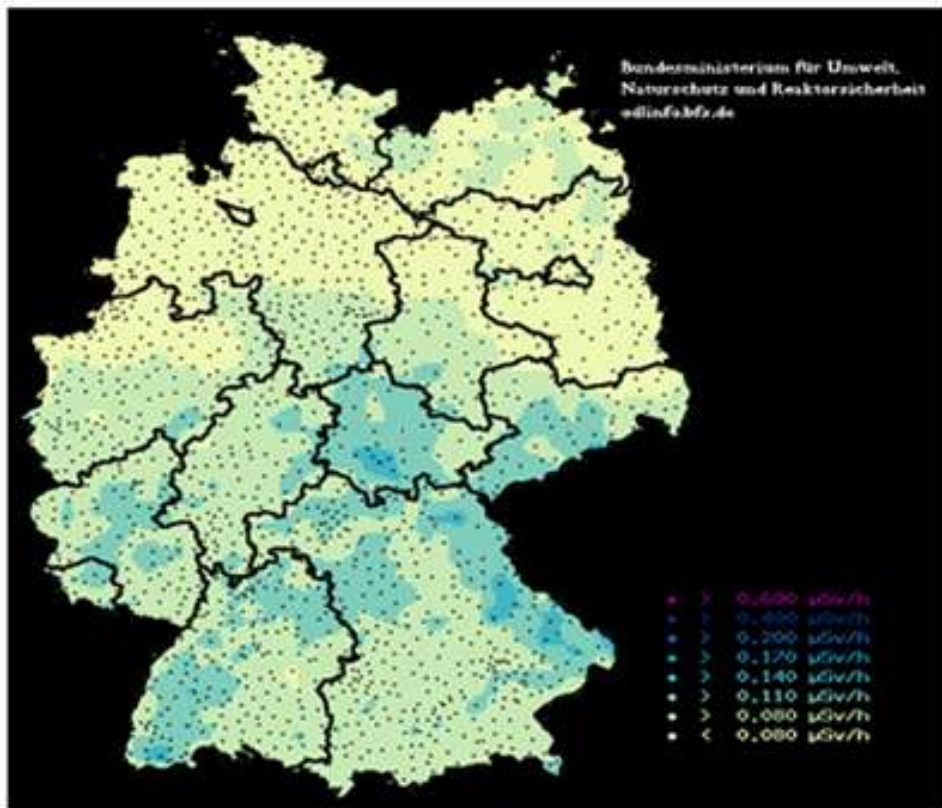


Bild 1: Wenn auch gewisse Detailunterschiede auszumachen sind, so weisen die Übersichtsdarstellungen von Messungen der natürlichen Radioaktivität in Deutschland ( $\gamma$ -Feldmessungen, Radon im Trinkwasser und in der Raumluft) klare regionale Belastungsschwerpunkte aus, die mit ihren Spitzenwerten auch zunehmend gesetzgeberisch als Gefahren für die Bevölkerung ausgewiesen werden.

Rissbildung bestimmt, sondern eher glatt und geschlossen. Am Stammfuß finden sich hier alle Übergänge bis zur normalen Borke, während auf der Schräge mehrere Glattbereiche streifenförmig nach oben streben, wo sie allerdings mehr oder weniger abrupt enden, und der Baum kurz oberhalb klumpige Beulengruppen gebildet hat. Beulenklumpen - übrigens stets im Zwickelbereich - finden sich auch inselförmig an den Hauptästen. Bemerkenswert ist zudem die Tatsache, dass die glatten Beulenenden regelmäßig nach unten zeigen, siehe Bild 4.



Bild 2: Mit einer Schräglage von ca. 30° in Stamm und Krone scheint die mächtige Esche von Jachymov dem Vordergrund förmlich entfliehen zu wollen.

### Die Linde von Trebsen

Mit einem Umfang von ca. 5,90 m steht der wuchtige Baum auf mehreren „Beinen“, die jeder für sich im Bereich des Innenraumes jeweils nicht ganz vollständig von Borke umschlossen, also selbst auch mehr oder weniger ausgehöhlt sind. Die relativ dürftige Krone orientiert sich wie der obere Stammabschnitt auf die eine Seite, wo auch starke Horizontaläste ansetzen. Zudem fallen auf der Abseite und im Inneren zahlreiche Beulengebilde auf. Die weite Ausladung des untersten Hauptastes ist so bedenklich, dass man bei einer kürzlichen Sanierung Stahlstützen (hier bereits eine im Bild) anbrachte, und er eingekürzt worden ist. Auf der anderen Seite öffnet sich der Stamm, spitz zulaufend, bis weit nach oben. Hier fallen die Beulengruppen vor allem im Innenraum des Baumes und im Zwickel von Ästen auf, die mit ihren glatteren Oberflächen auch stets nach unten zeigen. Öffnungen befinden sich im Stamm nicht nur am Boden, sondern auch weiter oben. Man muss dies ja als Stamm- und Astverwachsungen interpretieren, wobei Drehwuchs sowie leistenartige Borkenanomalien (glatter zum Loch hin) auffallen.



**Bild 3:** Der stark geneigte Baum ist Teil der Platzgestaltung. Man erkennt deutlich die Wuchsunterschiede am Stamm, insbesondere die normale Struktur auf der Seite, zu der er sich neigt, und die vielen Besonderheiten auf der Stammschräge. (In den Bildern sieht man das Neutronen-Äquivalent-Dosimeter in Messpositionen.)



**Bild 4:** Die Wuchsabnormitäten der Esche häufen sich im Bereich der Stammschräge (im unteren Bild rechts vor allem die Auffälligkeiten der Borke), doch ist gemäß dem oberen Bild auch die Krone mit ihrem ausgeprägten Zwieseeffekt sowie mit den Beulengruppen zwischen bzw. an Astansätzen (siehe auch Bild 2) ganz offensichtlich stark betroffen.



Bild 5: Die Linde von Trebsen steht im Kirchgarten inmitten einer Wiese. Sie ist ein Sammelsurium von Abnormitäten und strebt sichtlich in eine ausgezeichnete Wuchsrichtung (Fluchtrichtung), siehe auch Bild 6.

### Messstrategie und -technik

Grundsätzlich wurde sich für Lateral-Messungen entschieden, um den Aufwand mit den verfügbaren Mitteln in Grenzen zu halten. Daher wurde bei der Standortauswahl auf weitgehend ebene Flächen rings um die Bäume Wert gelegt. Nur in Ausnahmefällen wurde zur orientierenden Überprüfung eines vermeintlichen Strahlstatus im örtlichen Neutronenfeld - vor Beulen und Schrägen bzw. in Hohlräumen der Bäume - räumlich gemessen. Dem Autor war es zudem wichtig, an beiden Bäumen im größeren Zeitabstand Wiederholungsmessungen durchzuführen, um Zufälligkeiten so gut wie möglich auszuschließen. Beachtet wurden auch die spontanen sowie die periodischen täglichen und saisonalen Schwankungen der natürlichen Strahlenbelastung: Es erwies sich allerdings die Relativmessung bei entsprechenden Integrationszeiten als so robust, dass in der Regel diese Einflüsse in der Gesamtmesszeit keine Rolle spielten. In einem Fall (1. Messung an der Linde, siehe Tabelle 5, rote Zahlen) wurde allerdings wegen eines externen n- $\gamma$ -Strahlungsschauers - den man bei parallelem Einsatz mehrerer Messgeräte und durch Verringerung der Integrationszeit des Szintimat leicht erkennt - die Untersuchung abgebrochen.

Um den Baumfuß wurde ein Bandmaß gelegt und aller 10 cm gemessen (siehe Bilder 3 und 7), da - aus Erfahrung - systematische Messwertunterschiede in diesem bodennahen Bereich eng mit den Asymmetrien im räumlichen Baumwuchs verbunden sind. Um die Standortfläche auch in größerem Abstand vom Baum sowie die Fläche innerhalb von vorhandenen Stammhöhlen zu vermessen, wurde das gestreckte Bandmaß auch durch den Baum, siehe Bilder 7 und 11 sowie Tabelle 4, bzw. an diesem vorbei verlegt und dann an diesen Linien mit



Bild 6: Auch die Linde in Trebsen wirkt somit wegen ihrer Einseitigkeit von Stamm und Krone mit starken Horizontalästen wie ein Urzeitwesen auf der Flucht.

unterschiedlichem Schrittraster gemessen.

Es wurde stets möglichst zeitgleich und im engen Nebeneinander der Messgeräte für n- $\gamma$ -Mischstrahlung und  $\gamma$ -Strahlung sowie an verschiedenen ausgewählten Orten mit dem n-Äquivalent-Dosimeter (lange Messdauer!) registriert, siehe Bild 3. Dabei kam es - wie gesagt - außer im Fall der Dosimeter-Messung nicht auf Absolut-, sondern auf Relativwerte an. Durch die Parallelmessung von n/ $\gamma$  und  $\gamma$  sollte erkannt werden, ob die relativen örtlichen Messwert-Schwankungen eher auf das n- oder eher auf das  $\gamma$ -Feld oder auf beides zurück zu führen sind.

Im einzelnen standen folgende Messgeräte zur Verfügung:

- \* Äquivalent-Dosimeter: Indicator Unit MK 16 NV, CENTRONIC, kalibriert, für n-Messungen
- \* Szintillations-Messgerät: Szintimat 6134, Automation und Messtechnik GmbH, für n- $\gamma$ -Mischstrahlung
- \* Strahlen-Dosimeter: Gamma 2, Sensorelektronik Stahnsdorf GmbH, für  $\gamma$ -Messungen
- \* Geigerzähler: HS-036, Conrad Electronic SE,  $\beta$ -Status für  $\beta$ -Messungen

Wichtig war dem Autor zudem vor allem die externe Überprüfung der n-Empfindlichkeit des Szintimat. Sie wurde mit zwei verschiedenen Neutronenquellen - AmBe-( $\alpha$ ,n)-Quelle und  $^{252}\text{Cf}$ -Spontanspaltungs-Neutronenquelle, Energiespektren siehe in Bild 8 - durchgeführt, und zwar im damaligen Hahn-Meitner-Institut Berlin (heute Helmholtz-Zentrum Berlin) und im Forschungszentrum Dresden Rossendorf (heute Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf). Zu beachten ist, dass diese n-Quellen nicht nur schnelle Neutronen emittieren, sondern auch intensive  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahler sind. Daher wurden auch die anderen verfügbaren Geräte getestet. Die Vorgehensweise und die wichtigsten Daten gehen aus Tabelle 2 hervor.

Es wurde mit bis zu 4 verschiedenen Messgeräten in bestimmten Abständen von den Quellen (gemäß Bild 8 schnelle Neutronen!) zeitgleich der Strahlungsfluss bestimmt:  $^3\text{He}$ -Zähler (n), MK 16 NV (n), Szintimat (n- $\gamma$ ), Gamma 2 ( $\gamma$ ), HS-036 ( $\beta$ ). Als  $^3\text{He}$ -Vergleichs-Zähler dienten in Rossendorf ein geeichtes Gerät und in Berlin das oben genannte Äquivalentdosis-Messgerät, die garantiert nur Neutronen registrieren. Um die n- und  $\beta/\gamma$ -Anteile noch besser separieren zu können, wurden verschiedene Materialien in Platten- und Folienform in den Strahlengang gestellt bzw. hinter der n-Quelle angeordnet: boriierte Polyäthylen-Platten (4 cm), Cd-Blech (0,5 mm), Spezialkork-Platten (1 cm). In den Messdaten der **Tabelle 2** spiegelt sich deutlich die Tatsache, dass die n-Empfindlichkeit des Szintimat gegeben ist und mit sinkender Neutronenenergie steigt, denn mit dem Zwischenschalten von B/Polyäthylen und vor allem Cd wächst durch Moderation und Streuung der Anteil langsamer Neutronen im Strahlengang (ansonsten vermehrte  $\beta$ - und  $\gamma$ -Abschirmung, je dicker die Absorber). Interessant ist, dass man mit dem hoch porösen Spezialkork ein ähnliches Ergebnis erzielt wie bei Cd-Blech, also ein erhöhtes n-Signal in den entsprechenden Empfängern registriert.

Damit ist insbesondere klar gestellt, dass mit dem Szintimat tatsächlich Neutronen registriert werden und dass - worauf es hier ankommt - mit diesem Gerät Relativ-Feldmessungen der Geoneutronen durchgeführt werden können, wenn man zugleich eine systematische  $\gamma$ -Ortsabhängigkeit durch Parallelbestimmung ausschließen kann.



Bild 7: Messlinien an der Linde mit dem Szintimat in Messposition, hier bei einer Linearmessung: Der Pfeil kennzeichnet den Ausgangspunkt bei der Messung am Umfang.

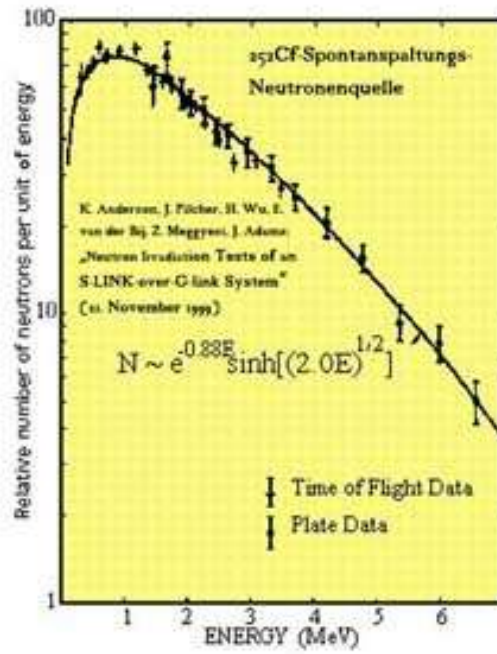
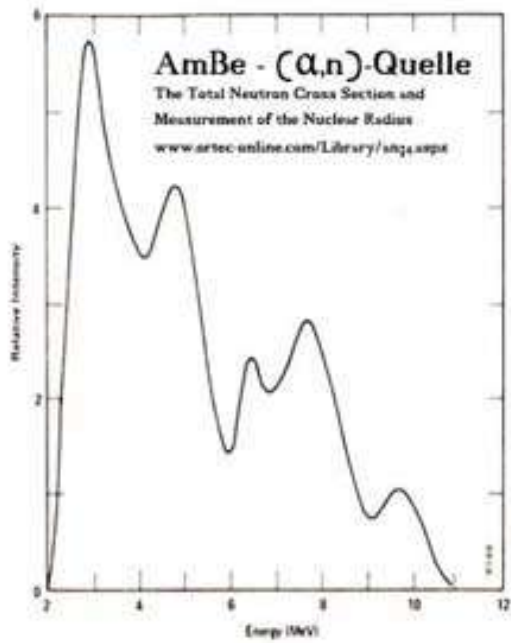


Bild 8: Neutronen-Energiespektren der beiden verwendeten Neutronen-Quellen nach Literaturangaben, siehe in den Diagrammen

Tabelle 2a: Ergebnisse der Messgeräte-Überprüfung an der Neutronen-Quelle  $^{252}\text{Cf}$




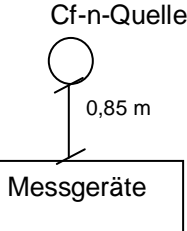
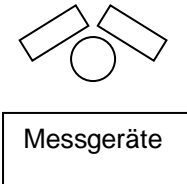
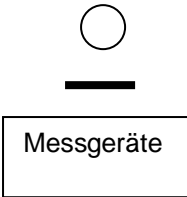
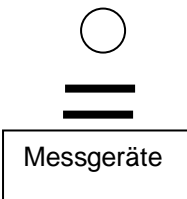
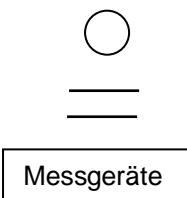
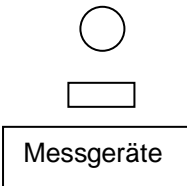
	 Bor/Polypropylen	 Spezialkork		Cadmium	
Messanordnung	Quelle	He3-Zähler (n)	Szintimat 6134 (n/γ)	Gamma 2 (γ)	HS-036 (β)
		Impulse/s	Skt.	Impulse/s	Impulse/s
<p>Cf-n-Quelle</p> 	Cf	97,5	1,30	11	16
	Cf		1,30		
	Cf	98,9	1,40	9	15
	Cf	98,9	1,40	7	14
	Cf	97,7	1,40	6	14
	Cf	46,7	1,10	8	12

Tabelle 2b: Ergebnisse der Messgeräte-Überprüfung an der Neutronen-Quelle  $^{252}\text{Cf}$




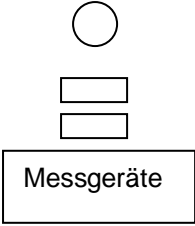
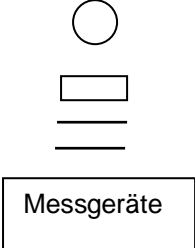
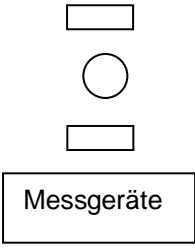
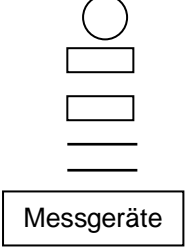
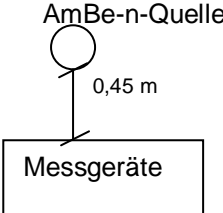
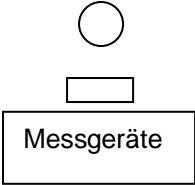
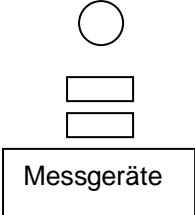
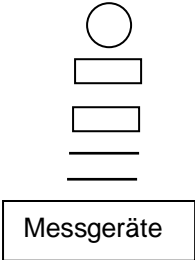
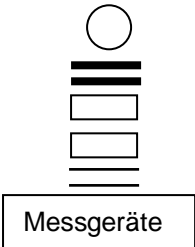
	Bor/Polypropylen		Spezialkork		Cadmium
Messanordnung	Quelle	He3-Zähler (n)	Szintimat $^{6134}$ (n/y)	Gamma 2 (y)	HS-036 (β)
		Impulse/s	Skt.	Impulse/s	Impulse/s
	Cf	37,7	0,95	9	10
	Cf	45,2	1,00	5	13
	Cf		1,10	9	
	Cf	37,0	0,95	4	10

Tabelle 2c: Ergebnisse der Messgeräte-Überprüfung an der Neutronen-Quelle AmBe-( $\alpha$ ,n)

	Bor/Polypropylen	—	Spezialkork	—	Cadmium
Messanordnung	Quelle	He3-Zähler (n)	Szintimat 6134 (n/y)		
		Impulse/s	Skt.		
 <p>AmBe-n-Quelle 0,45 m Messgeräte</p>	AmBe	32,0	2,40		
 <p>Messgeräte</p>	AmBe	27,0	2,10		
 <p>Messgeräte</p>	AmBe	21,0	1,90		
 <p>Messgeräte</p>	AmBe	19,0	1,80		
 <p>Messgeräte</p>	AmBe	19,0	1,80		

## Messergebnisse und Diskussion

Exakte Messergebnisse (Mittelwerte!) zu den beiden Testbäumen sind aus den Tabellen 3 bis 5 ersichtlich. Dort sowie in den Bildern 9 bis 11 wurden sie zudem anhand von Farbfeldern im Excel-Format qualitativ (!) veranschaulicht.

### Esche/Joachimsthal

(1. Messung: 3. April 2006, ab ca. 16.00 Uhr; 2. Messung: 1. April 2008, ab 14.30 Uhr)

Tabelle 3: Exakte Mittelwerte der n- $\gamma$ -Messungen an der Esche im Jahr 2008 (mit qualitativer Farbskala)

Esche in Jachymov/Tschechien										
2. n-Gamma-Messung, März/2008										
Messwerte an der Peripherie des Baumes ab Nullpunkt, steigend mit Farbskala von weiß nach rot										
Umwertbar vor den Messpositionen 130 bis 140 cm sowie 530 bis 540 cm; Messwerte des Neutronen-Äquivalent-Dosimeters										
Lfd. Nr.	Messposition/cm	Mischstrahlung Anzeige/Skt.	n-Äqiv. Dosis min <sup>-1</sup>	Lfd. Nr.	L/cm	Mischstrahlung Anzeige/Skt.	Lfd. Nr.	L/cm	Mischstrahlung Anzeige/Skt.	n-Äqiv. Dosis min <sup>-1</sup>
1	0	11,50		31	290	12,00	60	530	9,75	
2		leert		32	290	11,50	61	540	9,75	
3	20	11,50		33	260	12,25	62	550	10,25	
4	30	11,00		34	270	12,25	63	560	10,75	
5	40	11,50		35	280	12,00	64	570	10,75	
6	50	11,50		36	290	12,00	65	580	10,75	
7	60	10,50		37	300	12,00	66	590	10,00	
8	70	11,50		38	310	13,00	67	600	10,75	
9	80	11,50		39	320	12,50	68	610	10,50	
10	90	10,75		40	330	11,50	69	620	10,25	
12	100	10,75		41	340	11,00	70	630	11,25	
13	110	12,50		42	350	10,00	71	640	11,00	
14		leert		43	360	10,00	72	650	11,00	
15	130	13,00	0,27 - 0,46	44	370	10,50	73	660	10,50	
16	140	12,75	(gemessen vor	45	380	11,00	74	670	11,25	
17	150	12,50	den Positionen	46	390	10,50	75	680	12,00	
18	160	10,50	130 bis 140 cm)	47	400	11,50	76	690	11,50	
19	170	12,75		48	410	11,00	77	700	11,00	
20	180	12,50		49	420	10,75	78	710	11,75	
21	190	11,50		50	430	11,25	79	720	11,75	
22	200	12,00		51	440	11,25	80	730	11,75	
23	210	11,50		52	450	11,50	81	740	11,50	
24	220	11,50		53	460	11,25	82	750	11,50	
25	230	10,75		54	470	12,00	83	760	10,50	
26	240	11,50		55	480	11,25				
27	250	11,50		56	490	11,25				
28	260	12,25		57	500	11,75				
29	270	12,25		58	510	10,75				
30	280	10,50		59	520	9,75				

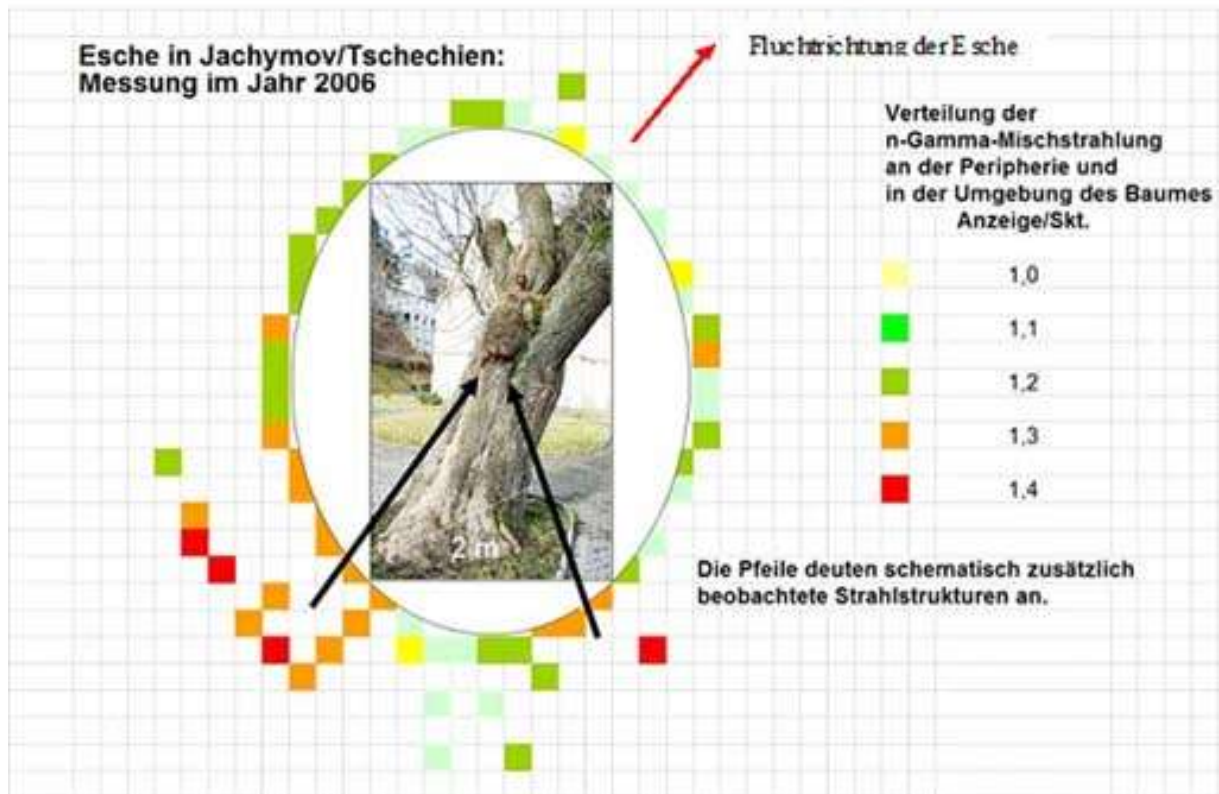


Bild 9: Örtliche und farbliche Zuordnung (qualitativ) der Messergebnisse an der Esche aus dem Jahr 2006

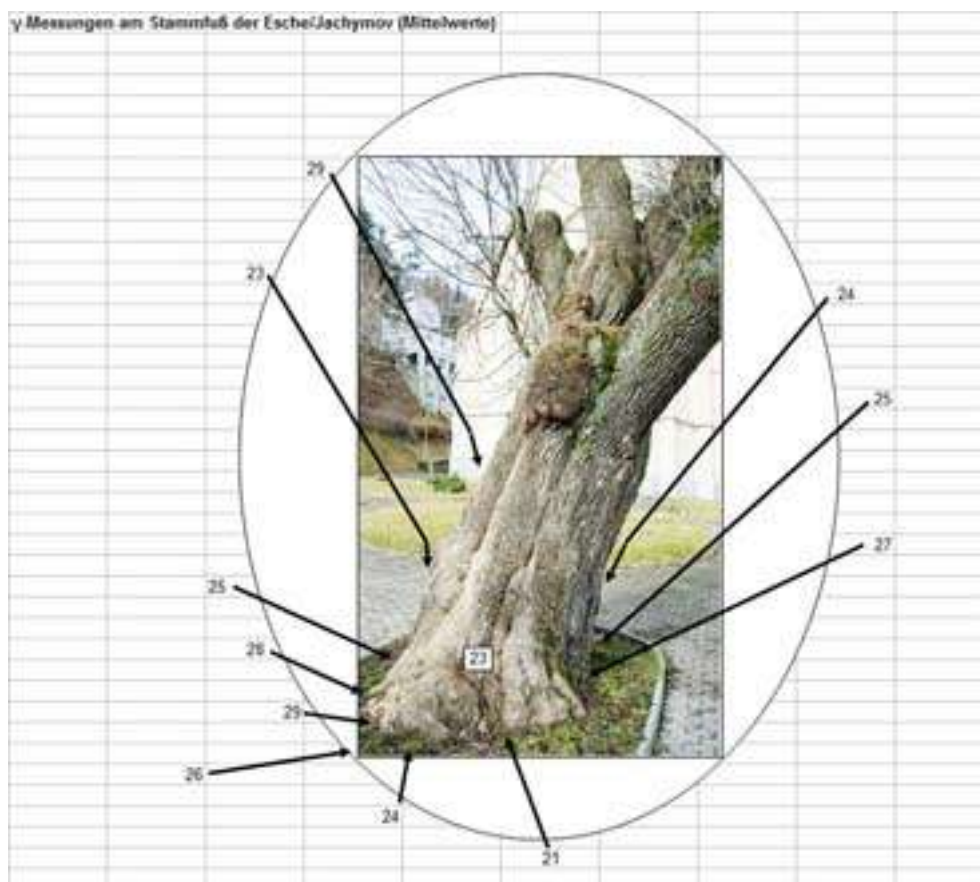


Bild 10:  $\gamma$ -Messungen am Stammfuß der Esche im Jahr 2008

Tabelle 4: Lineare n- $\gamma$ - und  $\gamma$ -Messungen an der Esche im Jahr 2008

Lineare Messungen an der Esche im Jahr 2008				
Richtung	Abstand vom Baumrand/m	Szintimat n/ $\gamma$ in Skt.	Gamma 2 $\gamma$ in Impulsen/20 s	
I	5	10	18	
	10	12	23	
	15	11,5	18	
II	2	9,5	15	
	4	15	32	
	5	14	32	
	10	13,5	19	
	15	13,5	17	
III	2	11,5	12	
	4	10	18	
	5	10	25	
	10	11	20	
	14	13	18	

Linde/Trebsen

(1. Messung: 25. März 2008, ab 15.00 Uhr; 2. Messung: 19. September 2009, ab 12.00 Uhr)

Tabelle 5: Exakte Mittelwerte der n-γ-Messungen an der Linde in den Jahren 2008 und 2009 (mit qualitativer Farbskala zu 2009)

n-Gamma-Messungen an der Linde in Trebsen/Deutschland			
1. Messung: 25. März 2008, ab 15.00 Uhr; 2. Messung: 19. September 2009, ab 12.00 Uhr			
Messwerte an der Peripherie des Baumes ab Nullpunkt, steigend mit Farbskala von hellblau nach dunkelbraun (Die roten Zahlen an den Messpositionen ab 4,70 m bei der 1. Messung sind durch spontane Schauer der Kosmischen Strahlung beeinflusst. Deshalb wurde die Messung an der Position 5,20 m abgetroffen.)			
Messposition/m	2. Messung		Zum Vergleich: 1. Messung
0,00	0,60		0,75
0,10	0,65		0,75
0,20	0,60		0,75
0,30	0,60		0,75
0,40	0,65		0,70
0,50	0,60		0,70
0,60	0,65		0,75
0,70	0,65		0,70
0,80	0,65		0,65
0,90	0,70		0,70
1,00	0,65		0,80
1,10	0,70		0,75
1,20	0,60		0,75
1,30	0,70		0,80
1,40	0,70		0,80
1,50	0,55		0,70
1,60	0,60		0,65
1,70	0,55		0,75
1,80	0,55		0,70
1,90	0,55		0,65
2,00	0,55		0,65
2,10	0,60		0,60
2,20	0,60		0,60
2,30	0,65		0,60
2,40	0,60		0,70
2,50	0,60		0,65
2,60	0,65		0,65
2,70	0,65		0,70
2,80	0,65		0,80
2,90	0,65		0,80
3,00	0,65		0,75
3,10	0,75		0,80
3,20	0,75		0,80
3,30	0,75		0,80
3,40	0,70		0,75
3,50	0,75		0,80
3,60	0,70		0,90
3,70	0,70		0,80
3,80	0,75		0,75
3,90	0,75		0,70
4,00	0,75		0,75
4,10	0,75		0,75
4,20	0,80		0,85
4,30	0,70		0,85
4,40	0,70		0,80
4,50	0,70		0,75
4,60	0,60		0,80
4,70	0,65		0,80
4,80	0,60		0,80
4,90	0,60		0,85
5,00	0,70		0,95
5,10	0,65		0,90
5,20	0,55		0,90
5,30	0,60		
5,40	0,65		
5,50	0,60		
5,60	0,70		
5,70	0,65		
5,80	0,65		
5,90 = 0	0,60		

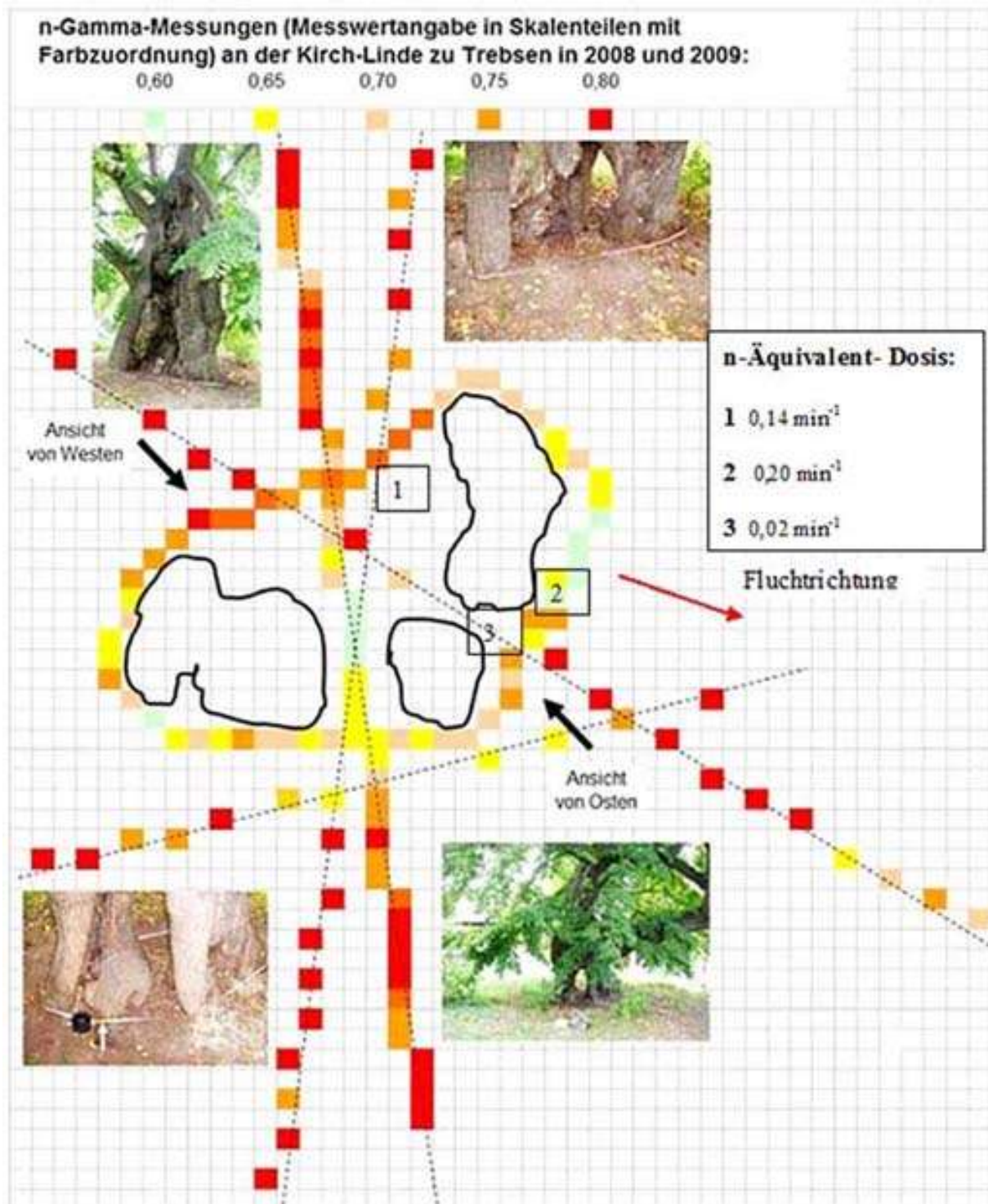


Bild 11: Örtliche und farbliche Zuordnung (qualitativ) der Messergebnisse an der Linde aus den Jahren 2008 und 2009

Man erkennt so relativ leicht die systematischen Zusammenhänge zwischen Baumstruktur und Messwerten insbesondere der Messdaten des Szintimat, aber auch denen des Neutronen-Dosimeters. Demgegenüber gibt es keine Korrelation mit den  $\gamma$ -Messwerten, die im Betrag auch weit streuen. Daher erfolgt hier keine Angabe der  $\gamma$ -Daten zur Linde. Aus gleichem Grunde ist andererseits davon auszugehen, dass die tendenziellen örtlichen Unterschiede im Betrag der n- $\gamma$ -Mischstrahlung des Szintimat vor allem das Feld der Geoneutronen abbilden.

Insofern weisen die Anzeigen des Szintimat und die des Dosimeters bei beiden Bäumen klar und übereinstimmend darauf hin, dass erhöhte Neutronenflüsse dort vorzufinden sind, wo der Baum auszuweichen versucht bzw. Hohlräume ausbildet (zum Beispiel durch den Mehrstamm-Effekt im Fall der Linde). Einige orientierende räumliche Messungen deuten zudem auch auf die Geoneutronen-Strahlstruktur hin, wobei Büschel von n-Feinstrahlen dorthin gerichtet zu sein scheinen, wo der Baum Astabzweige bzw. Beulengruppen aufweist, siehe auch H.-D. Langer (1).

Auf eine weitere Auffälligkeit machen die linearen Messungen aufmerksam, wonach sich jeweils ein großräumiges n- $\gamma$ -Minimum im Standortbereich der Bäume abzeichnet, siehe auch H.-D. Langer (2), (3). Es ist zwar eine Überlegung wert, wonach das Wurzelwerk so viele Neutronen absorbieren könnte, dass sich ein solches n- $\gamma$ -Minimum örtlich ausbilden sollte. Dem widersprechen jedoch die relativ gleichmäßigen linearen Messwert-Verläufe sowie die Tatsache, dass man in den Baumhöhlen in der Regel höhere n- $\gamma$ -Beträge feststellt. Man hat also wohl eher von einem erheblich wuchs- und formbestimmenden Einfluss der Geoneutronen (Neutronotropie) infolge örtlicher n-Feldunterschiede auszugehen.

### **Schlussfolgerungen**

In der Einleitung wurde auf den merkwürdigen Widerspruch von Vitalität und Abnormitäten aufmerksam gemacht, der sich gerade bei gewissen eindrucksvollen Solitärbäumen abbildet. B. Ullrich und Mitarbeiter dokumentierten 500 der auffälligsten Solitärbäume Deutschlands. Wertet man die Fotos in ihrem Bildband aus und zählt die „normal“ gewachsenen - durchweg mächtige Exemplare - so kommt man auf weniger als 5 %. Der große Rest zeigt mindestens eine Abnormität, oft jedoch ein ganzes, typisches Ensemble davon. Es lohnt sich daher, zumindest den Versuch zu unternehmen, die beiden physiologischen Phänomene aus der Sicht der Neutronotropie zu hinterfragen. Eine kurzgefasste Übersicht, wonach die Interpretation aus neutronogener Sicht erfolgen könnte, ist vorab in Tabelle 6 zusammengestellt.

Lassen wir zunächst den Fachmann H. Pretzsch bezüglich durchforsteter Bestände zu Wort kommen: „... *die Verteidigung mit sekundären Pflanzenstoffen gegen Parasiten und Pathogene geht auf Kosten des Zuwachses. Werden hingegen solche Bäume entnommen, dann können die Verbleibenden die frei werdenden Ressourcen vermehrt in Wachstum stecken.*“ Man erkennt, dass zwar der erste Satz stets zutreffen kann, der zweite jedoch für die abartigen Wuchsphänomene für einzeln stehende Bäume keinesfalls. Auch ist damit der Eliteeffekt im absolut gesunden Bestand nicht erklärt. Insofern sollte die auf Feldmessungen der natürlichen Kernstrahlung beruhende Neutronotropie-Arbeitshypothese des Autors sehr wohl geeignet sein, den teilweise ungewöhnlich abartigen Formen- und Strukturenreichtum zu erklären, den ausgewählte Solitärbäume aufweisen, so zum Beispiel merkwürdige Neigungen, Verwachsungen, Verzweigungen, Höhlungen, Borkeneffekte, Beulen, Leisten, ...

Tabelle 6: Mögliche Ursache-Wirkung-Beziehungen des Wuchsverhaltens aus der Sicht der Neutronotropie der beiden Bäume

Phänomen	Effekt/Struktur	Wirkung	Ursache	Baum	Detailsicht
Vitalität	Große mittlere Ringbreite	Wachskraftverstärkung	Lokales Minimum im n-Fluss	Esche	
Abnormitäten	Schrägwuchs	Totale Flucht	Einseitig erhöhte n-Dichte	Esche	
	Zwieseln	Partielle Flucht	n-Strahl(en) im Zwickel	Esche	
	Höhlung	Partieller Untergang	Holzauflösung infolge erhöhter n-Dichte im inneren Stammbereich	Linde	
	Mehrstämmigkeit	Totale Flucht	Lokal erhöhte n-Dichte im Stammbereich	Linde	
	Horizontalast	Partielle Flucht	n-Strahl(en)-Serie	Linde	
	Umwachung	Partielle Flucht	n-Strahl(en)	Linde	
	Borkenveränderung	Partielle Abwehr/Partieller Untergang	n-Strahlen-Bündel	Esche	
	Borkenverluste	Partielle Flucht/Partieller Untergang	n-Strahl(en)	Linde	
	Beulen	Partielle Abwehr	n-Strahl(en)	Esche	
Leisten	Partielle Abwehr	n-Strahl(en)	Esche		

### Zu den Abnormitäten:

Die Messergebnisse an der Esche von Jachymov und an der Linde von Trebsen bestätigen jedenfalls frühere Beobachtungen des Autors, siehe H.-D. Langer (1) bis (4), wonach Bäume auf Unterschiede und Inhomogenitäten bzw. Strahlstrukturen des Geoneutronen-Feldes zu reagieren scheinen. Durch Gradientenwuchs, H.-D. Langer (4), suchen sie Niedrigdosen-Bereiche zu erreichen oder sich durch Fluchtreaktionen, H.-D. Langer (1) bis (3), dem Einfluss von Strahlen oder Konzentrationen der Geoneutronen in ihrer Umgebung zu entziehen. Bei bestimmten n-Feinstrahlen, H.-D. Langer (1), scheint sich sogar eine aktive Abwehr zu lohnen. Eine solche Abwehrfunktion gegen Geoneutronen - etwa durch n-Streuung - scheint sich jedenfalls in den „glatten“, stets nach unten orientierten (wo die n-Strahlen her kommen) Beulen und auch in gewissen Baumleisten sowie in anderen, abnormen Borkenstrukturen zu manifestieren. Und es ist zu beobachten, dass alle diese Abnormitäten (wenn auch eher vereinzelt, aber manchmal auch dramatisch überzeichnet; zudem gibt es artenübergreifend weitere charakteristische Befunde) an beliebigen Bäumen im Bestand vorkommen. Es ist logisch, Flucht und/oder Abwehr müssen nämlich zum normalen, in der Evolution erworbenen physiologischen Repertoire gehören, wenn der Baum grundsätzlich das lebensfeindliche Neutron spürt, was gemäß dem Messergebnis der Fall zu sein scheint.

Es wäre zudem dann auch verständlich, wenn sich diesem destruktiven, durch Neutronen verursachten Erscheinungsbild ein angemessenes Schädlingsgeschehen angliedert, das nach biologischem und ökologischem Verständnis bisher fälschlicherweise oft genug als eigentliche Ursache angesehen wird. Eine neutronogene Interpretation hätte jedoch primär von einer Schwächung des Baumes durch übermäßige Neutronenbeeinflussung auszugehen. Immerhin ist auch an den beiden untersuchten Solitärbäumen (und an vielen „normalen“ Exemplaren) die partielle Untergangsreaktion ohne Beteiligung von Schädlingen zu beobachten. Meistens beginnt ein solcher Prozess mit Auflösungserscheinungen der Borke. Dies scheint bei der Esche von Jachymov in einem ausgedehnt fortgeschrittenen Stadium der Fall zu sein. Beachtet man den jährlichen Zuwachs, so wich der Stamm der Esche bisher durch zunehmende Neigung recht erfolgreich aus, doch wird dies selbstverständlich mit jedem weiteren Winkelgrad immer schwieriger und riskanter. So muss ja aus Gleichgewichtsgründen der entgegen gesetzte Wurzelbereich gestärkt werden. Dort konzentrieren sich jedoch gemäß dem Messergebnis die Geoneutronen, so dass künftige Probleme unvermeidlich sein werden. Die knorrige Beulenstruktur im auslaufenden Sichtabschnitt (oberes bzw. unteres Foto in den Bildern 3 bzw. 4) mag dies mit zum Ausdruck zu bringen.

Die Linde zeigt demgegenüber im Bereich der Baumhöhle, siehe rechtes Foto in Bild 5, bereits deutlich partielle Substanzeinbußen: Das Kernholz steht teilweise völlig blank an. Damit sind erste ernste Funktionsverluste angesagt, die der Baum jedoch einstweilen ohne sonderlich sichtbare Zeichen verkraftet. Auch erkennt man noch keinen Schädlingsbefall. Allerdings geben der teilweise Drehwuchs sowie das ungewöhnliche Verhalten der Horizontaläste (Bilder 5 sowie 6) zu denken. Offenbar ist der Kronenbereich vom Geoneutronen-Feld in besonderer Weise betroffen, wonach an anderer Stelle noch einzugehen ist.

### Zur Vitalität:

A. Elfgang und A. Schmid vom Verein Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, siehe [www.buergerinitiative-tankumsee.de/ZTV-Baumpflege](http://www.buergerinitiative-tankumsee.de/ZTV-Baumpflege), definieren wie folgt: *„Die Vitalität des Baumes hängt weitgehend von einer ungehinderten Entwicklung der*

ober- und unterirdischen Baumteile und ihrer Aktivität ab. Sie wird entscheidend von der Durchlüftung des Bodens, der pflanzenverfügbaren Bodenfeuchte und der Nährstoffversorgung beeinflusst.“ Bekanntlich bildet eine Baumscheibe des Stammes dieses entsprechende Lebensbild ab. Der jährliche, freilich oft recht asymmetrische Zuwachs ist in allen Richtungen an der Breite der Jahresringe ablesbar. Man kann mit bestimmten Methoden eine mittlere Ringbreite  $\underline{D}$  des jeweiligen Baumes bestimmen, die ein direktes Maß der Vitalität darstellt. Es werden in der Literatur auch mittlere Ringbreiten ganzer Baumarten in klimatischen Großregionen angegeben.

Wieder mit Bezug auf durchforstete Bestände gibt H. Pretzsch für die Gesamtwuchsleistung bei Bestandesentwicklungen mit verschiedenen Dichtehaltungen die sogenannte Wuchsbeschleunigung je nach Bestandsalter zu maximal 5 bis 30 % an. Auch P. Biber schätzt die maximale „ungefähre Größenordnung auf Bestandesebene“ zu etwa 10 %. Er meint zudem, absolut könne dagegen ein frei stehender Baum je Zeiteinheit viel mehr Biomasse produzieren. Nun hat es sich allerdings erwiesen, dass bestimmte außergewöhnliche Solitärbäume - und auch gewisse Elitebäume im Gruppenbestand - extrem große  $\underline{D}$  aufweisen können. Der Autor möchte dafür den physikalischen Begriff „Faktor der Wuchskraftverstärkung“  $w$  wie folgt einführen:

$$\underline{D} = \underline{D} + w \underline{D}.$$

Vereinzelt vom Autor vermessene Solitärbäume realisierten sogar  $w = 3$  bis  $4$ . (Die entsprechenden Parameter der meisten Exemplare weltweit sind jedoch unbekannt, weil keine Baumscheiben zur Verfügung stehen bzw. langfristige Umfangsmessungen fehlen.)

Es hat also den Anschein, dass es noch andere, unbekannte Einflüsse auf das Baumwachstum gibt. Ausgehend vom hohen Energie- und Stoffumsatz des Baumes für Reparaturprozesse infolge molekularer und zellulärer Schäden durch natürliche Kernstrahlung, siehe zum Beispiel bei K.-H. Folkerts, [www.htw-saarland.de/ingwi/labore/...der.../skript-strahlenschutzkurs-lpm](http://www.htw-saarland.de/ingwi/labore/...der.../skript-strahlenschutzkurs-lpm), stellte der Autor die Arbeitshypothese auf, dass Bäume eine bedeutende Wuchskraftverstärkung dann erfahren sollten, wenn sie zufällig in einem relativen Minimum der terrestrischen Neutronen-Hintergrundstrahlung stehen. Dies scheint im Fall der untersuchten zwei Bäume der Fall zu sein, wie die linearen Messungen an den beiden Standorten vermitteln. Die Erklärung für das Vorkommen relativer Geoneutronen-Minima hat man sich wie folgt vorzustellen: Die Strahl-Strukturierung eines aus der Tiefe kommenden homogenen  $n$ -Feldes in der oberen Erdkruste und damit in der Biosphäre - dieser Fall liegt offenbar gemäß den anderen Messdaten vor - bedeutet, dass in der Umgebung dieser Strahlen weniger Geoneutronen vorkommen müssen. Die jährliche Lebenszone des Baumes befindet sich daher zu großen Teilen in Bereichen erniedrigter  $n$ -Dosis.

Aus der Sicht der Neutronotropie gibt es daher für die extrem erhöhte Vitalität bestimmter Einzelbäume, deren Standort sich zufällig in einem relativen Minimum des Geoneutronenflusses befindet, die folgenden zwei Argumente:

1. Die Energie- und Stoffressourcen des Baumes können sich voll auf Wachstum konzentrieren.
2. Der Baum verkraftet generell die Strahlungsbelastung (auch in seiner Zeit nachlassenden Zuwachses) besser und kann so sehr viel mehr Jahre überdauern.

## Literatur

Biber, P.: Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München, persönliche Mitteilung (2011)

Langer, H.-D. (siehe in [www.drhdl.de](http://www.drhdl.de)):

(1) Das geophysikalische Standortproblem der Solitärer Bäume, Teil 3: Ein Testbaum, der einen Neutronen-Teilstrahl abbildet, Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz 26 (2003) 117

(2) Neutronotropie - Eine Darstellung anhand des Referenzsystems der Bäume, zur Veröffentlichung eingereicht im Juni 2003 bei der Zeitschrift Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie der Fachhochschule Eberswalde, nicht gedruckt (siehe in [www.drhdl.de](http://www.drhdl.de))

(3) Vortrag: Beobachtungen und Wirkungen von natürlicher terrestrischer Neutronenstrahlung, Jülich (2003),

(4) Das geophysikalische Standortproblem der Bäume, Teil 4: Gradientenwuchs der Bäume im Feld der Geoneutronen, eingereicht bei Veröffentlichungen des Museums für Naturkunde Chemnitz (2008)

Pretzsch, H.: Gesetzmäßigkeit zwischen Bestandesdichte und Zuwachs. Lösungsansatz am Beispiel von Reinbeständen aus Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.) und Buche (*Fagus sylvatica* L.), Allg. Forst- u. J.-Ztg., 175. Jg., 12, S. 225-234

Ullrich, B., u. M.:

Unsere 500 ältesten Bäume, BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München (2009)

Die weiteren Zitate von Autoren und ihren Internetseiten finden sich direkt im obigen Text bzw. in den Bildern.

Hinweis: Sie befinden sich in der Internetseite [www.drhdl.de](http://www.drhdl.de) und können in dieser weitere Beiträge zum Thema lesen.