

# **Teil III**

**Hans Cousto**

**Der Klang des Elementes Nummer eins:**

**Wasserstoff**



**Antoine Laurent de Lavoisier**  
**\* 26. August 1743 in Paris**  
**† 8. Mai 1794 in Paris**  
**französischer Chemiker**  
**gilt als einer der Väter**  
**der modernen Chemie**

**Namensgeber**  
**des Wasserstoffes (1778)**

**hydro-gène**  
**griechisch:**  
**hydro = Wasser**  
**genes = erzeugend**  
**Das Wort bedeutet:**

**„Wasserbildner“**  
**Zuvor hieß Wasserstoff:**  
**„air inflammable“**  
**= brennende Luft**

**Entdecker (1766)**  
**Henry Cavendish**

# **Wasserstoff**

## **ist das häufigste chemische Element im Universum**

**Wasserstoff ist das häufigste chemische Element in der Sonne und den großen Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, die über 99,99 % der Masse des Sonnensystems in sich vereinen. Wasserstoff stellt 75 % der gesamten Masse beziehungsweise 93 % aller Atome des Sonnensystems.**

**Im gesamten Weltall wird (unter Nichtbeachtung dunkler Materie) ein noch höherer Anteil an Wasserstoff vermutet.**

**Wolken aus Wasserstoffgas, die sich zunächst großräumig zu Galaxien formten, ballten sich darin zu Protosternen zusammen.**

**Unter dem wachsenden Druck der Schwerkraft setzte schließlich die Kernfusion ein, bei der Wasserstoff zu Helium verschmilzt. So entstanden erste Sterne und auch die Sonne.**

# Periodendysten der chemischen Elemente

<b>H</b> <sup>1</sup>																	<b>He</b> <sup>2</sup>
<b>Li</b> <sup>3</sup>	<b>Be</b> <sup>4</sup>											<b>B</b> <sup>5</sup>	<b>C</b> <sup>6</sup>	<b>N</b> <sup>7</sup>	<b>O</b> <sup>8</sup>	<b>F</b> <sup>9</sup>	<b>Ne</b> <sup>10</sup>
<b>Na</b> <sup>11</sup>	<b>Mg</b> <sup>12</sup>											<b>Al</b> <sup>13</sup>	<b>Si</b> <sup>14</sup>	<b>P</b> <sup>15</sup>	<b>S</b> <sup>16</sup>	<b>Cl</b> <sup>17</sup>	<b>Ar</b> <sup>18</sup>
<b>K</b> <sup>19</sup>	<b>Ca</b> <sup>20</sup>	<b>Sc</b> <sup>21</sup>	<b>Ti</b> <sup>22</sup>	<b>V</b> <sup>23</sup>	<b>Cr</b> <sup>24</sup>	<b>Mn</b> <sup>25</sup>	<b>Fe</b> <sup>26</sup>	<b>Co</b> <sup>27</sup>	<b>Ni</b> <sup>28</sup>	<b>Cu</b> <sup>29</sup>	<b>Zn</b> <sup>30</sup>	<b>Ga</b> <sup>31</sup>	<b>Ge</b> <sup>32</sup>	<b>As</b> <sup>33</sup>	<b>Se</b> <sup>34</sup>	<b>Br</b> <sup>35</sup>	<b>Kr</b> <sup>36</sup>
<b>Rb</b> <sup>37</sup>	<b>Sr</b> <sup>38</sup>	<b>Y</b> <sup>39</sup>	<b>Zr</b> <sup>40</sup>	<b>Nb</b> <sup>41</sup>	<b>Mo</b> <sup>42</sup>	<b>Tc</b> <sup>43</sup>	<b>Ru</b> <sup>44</sup>	<b>Rh</b> <sup>45</sup>	<b>Pd</b> <sup>46</sup>	<b>Ag</b> <sup>47</sup>	<b>Cd</b> <sup>48</sup>	<b>In</b> <sup>49</sup>	<b>Sn</b> <sup>50</sup>	<b>Sb</b> <sup>51</sup>	<b>Te</b> <sup>52</sup>	<b>I</b> <sup>53</sup>	<b>Xe</b> <sup>54</sup>
<b>Cs</b> <sup>55</sup>	<b>Ba</b> <sup>56</sup>	<b>La</b> <sup>57</sup>	<b>Hf</b> <sup>72</sup>	<b>Ta</b> <sup>73</sup>	<b>W</b> <sup>74</sup>	<b>Re</b> <sup>75</sup>	<b>Os</b> <sup>76</sup>	<b>Ir</b> <sup>77</sup>	<b>Pt</b> <sup>78</sup>	<b>Au</b> <sup>79</sup>	<b>Hg</b> <sup>80</sup>	<b>Tl</b> <sup>81</sup>	<b>Pb</b> <sup>82</sup>	<b>Bi</b> <sup>83</sup>	<b>Po</b> <sup>84</sup>	<b>At</b> <sup>85</sup>	<b>Rn</b> <sup>86</sup>
<b>Fr</b> <sup>87</sup>	<b>Ra</b> <sup>88</sup>	<b>Ac</b> <sup>89</sup>	<b>Rf</b> <sup>104</sup>	<b>Db</b> <sup>105</sup>	<b>Sg</b> <sup>106</sup>	<b>Bh</b> <sup>107</sup>	<b>Hs</b> <sup>108</sup>	<b>Mt</b> <sup>109</sup>	<b>Uun</b> <sup>110</sup>								

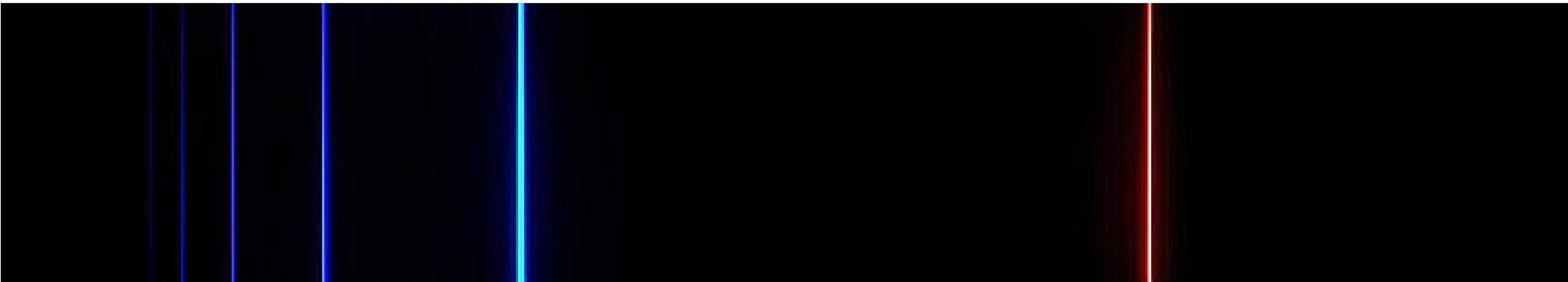
<b>Ce</b> <sup>58</sup>	<b>Pr</b> <sup>59</sup>	<b>Nd</b> <sup>60</sup>	<b>Pm</b> <sup>61</sup>	<b>Sm</b> <sup>62</sup>	<b>Eu</b> <sup>63</sup>	<b>Gd</b> <sup>64</sup>	<b>Tb</b> <sup>65</sup>	<b>Dy</b> <sup>66</sup>	<b>Ho</b> <sup>67</sup>	<b>Er</b> <sup>68</sup>	<b>Tm</b> <sup>69</sup>	<b>Yb</b> <sup>70</sup>	<b>Lu</b> <sup>71</sup>
<b>Th</b> <sup>90</sup>	<b>Pa</b> <sup>91</sup>	<b>U</b> <sup>92</sup>	<b>Np</b> <sup>93</sup>	<b>Pu</b> <sup>94</sup>	<b>Am</b> <sup>95</sup>	<b>Cm</b> <sup>96</sup>	<b>Bk</b> <sup>97</sup>	<b>Cf</b> <sup>98</sup>	<b>Es</b> <sup>99</sup>	<b>Fm</b> <sup>100</sup>	<b>Md</b> <sup>101</sup>	<b>No</b> <sup>102</sup>	<b>Lr</b> <sup>103</sup>

# Johann Jakob Balmer

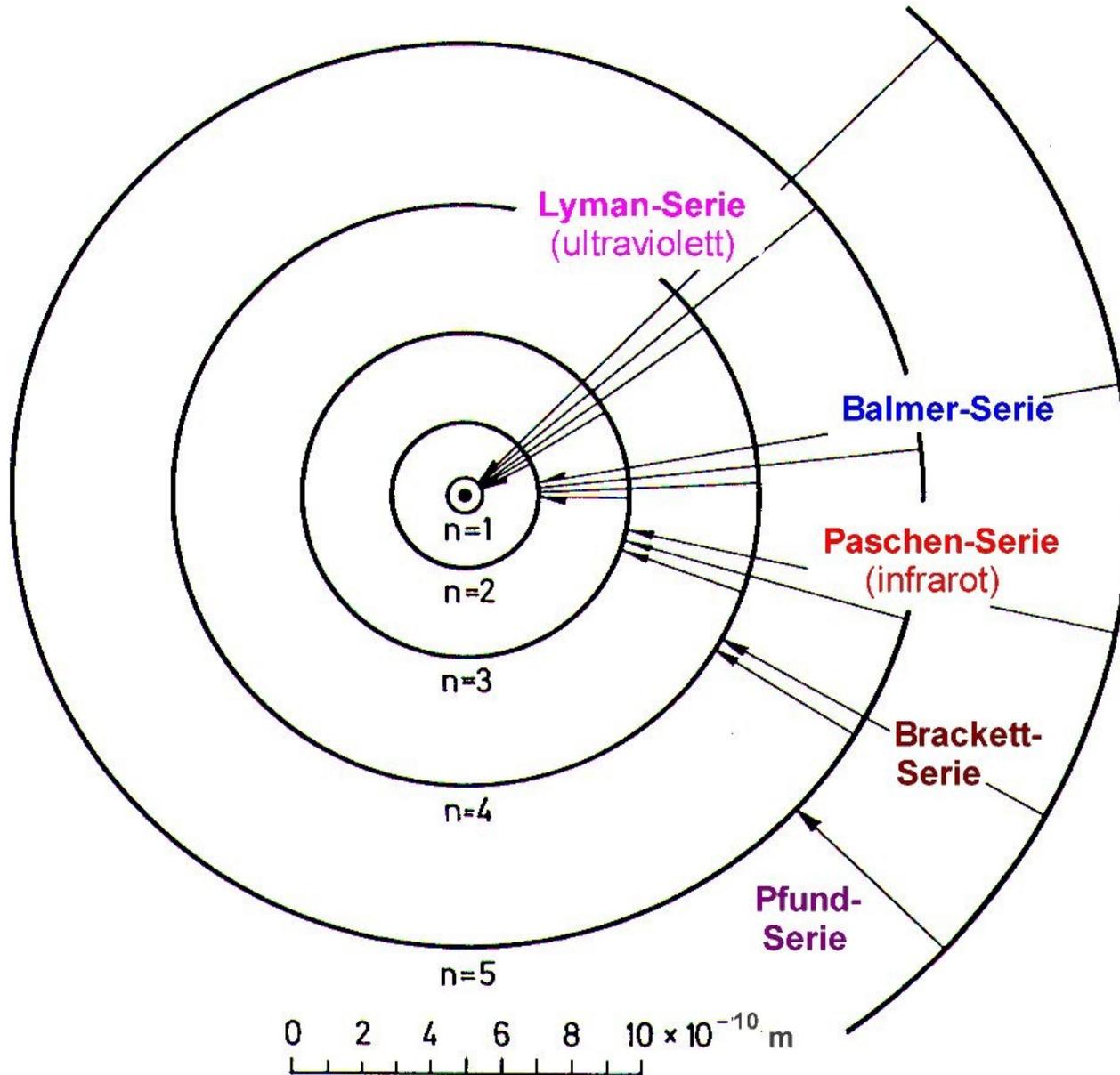
\* 1. Mai 1825 in Lausen, Kanton Basel-Land; † 12. März 1898 in Basel

Balmer studierte Mathematik und Architektur an der Universität Karlsruhe und an der Universität Berlin. 1849 promovierte er an der Universität Basel über die Zykloide.

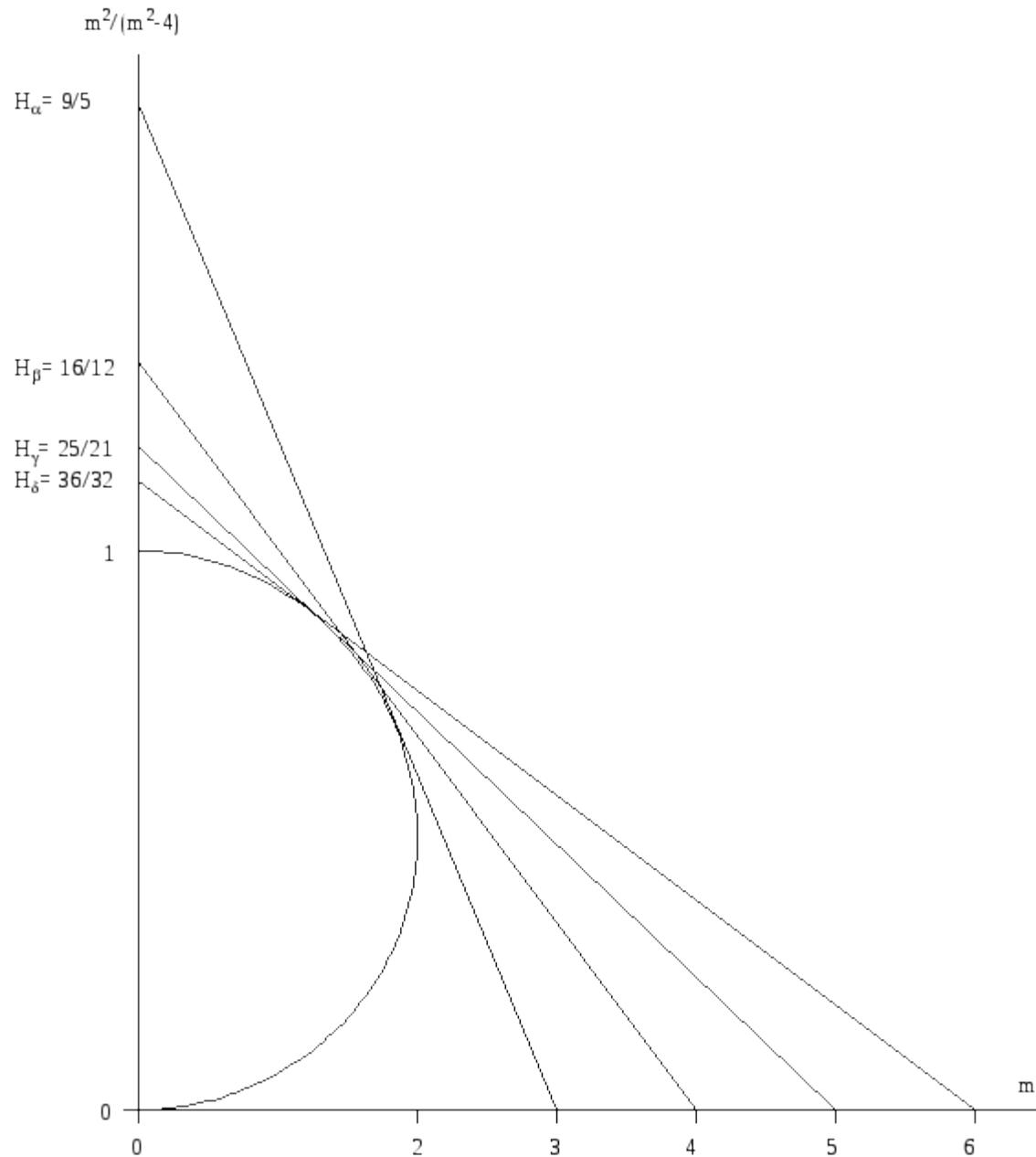
Von 1859 bis zu seinem Tode 1898 arbeitete er als Mathematiklehrer (Schreib- und Rechenlehrer) an der Unteren Töchterschule in Basel. Daneben war er von 1865 bis 1890 als Privatdozent an der Universität Basel tätig, wobei sein Kerngebiet die Darstellende Geometrie war.



# Das bohrsche Atommodell

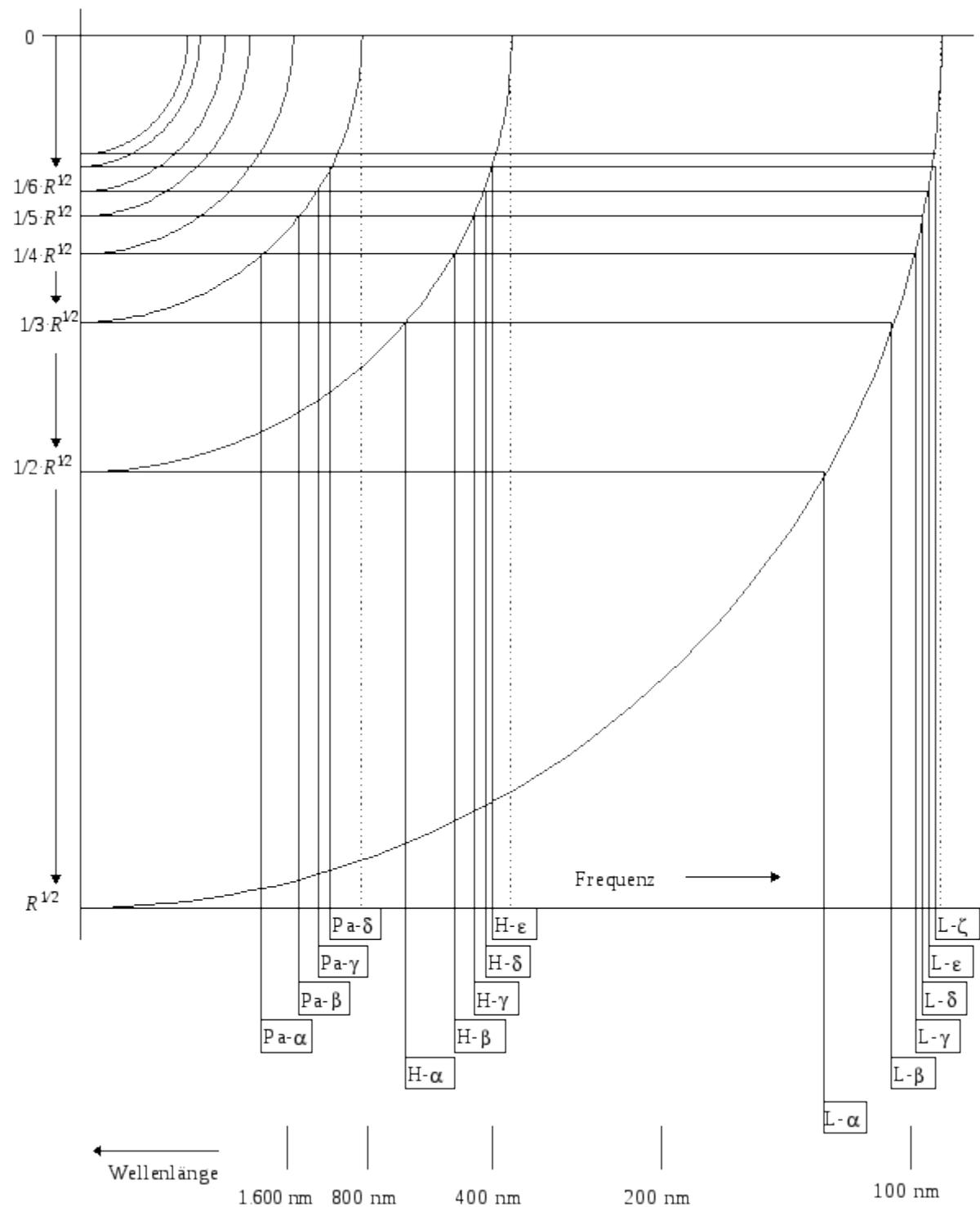


# Balmers geometrische Konstruktion des sichtbaren Wasserstoffspektrums

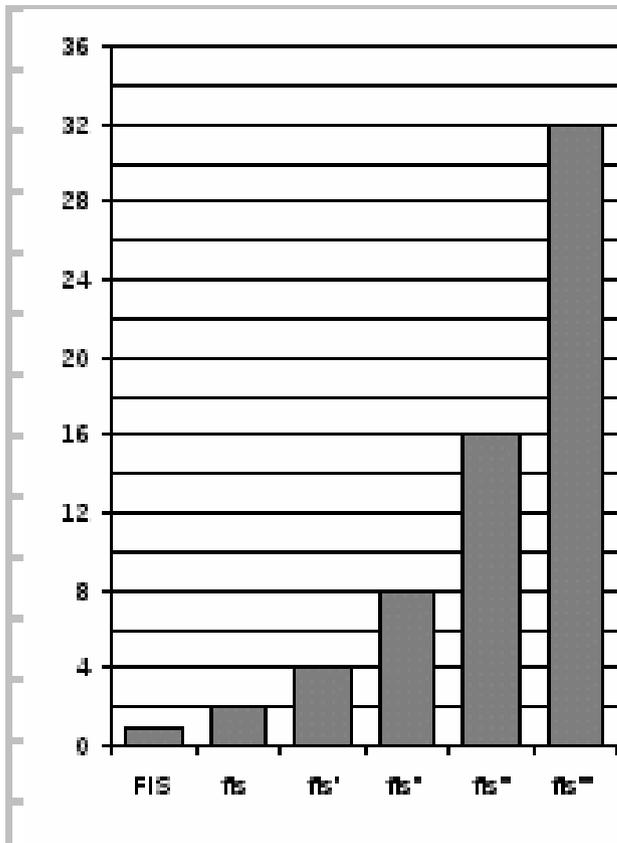


# Geometrische Konstruktion aller Wasserstoffspektren

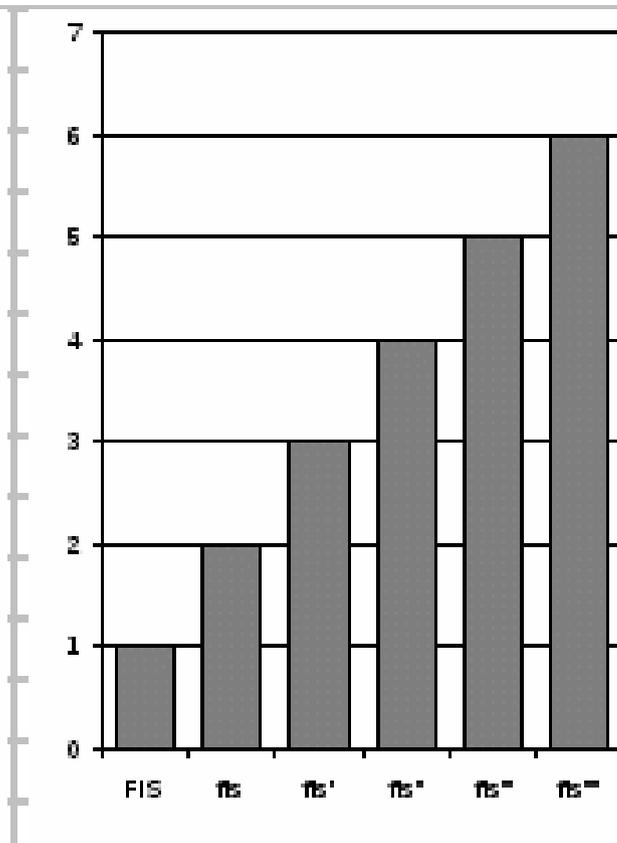
# Logarithmische Darstellung



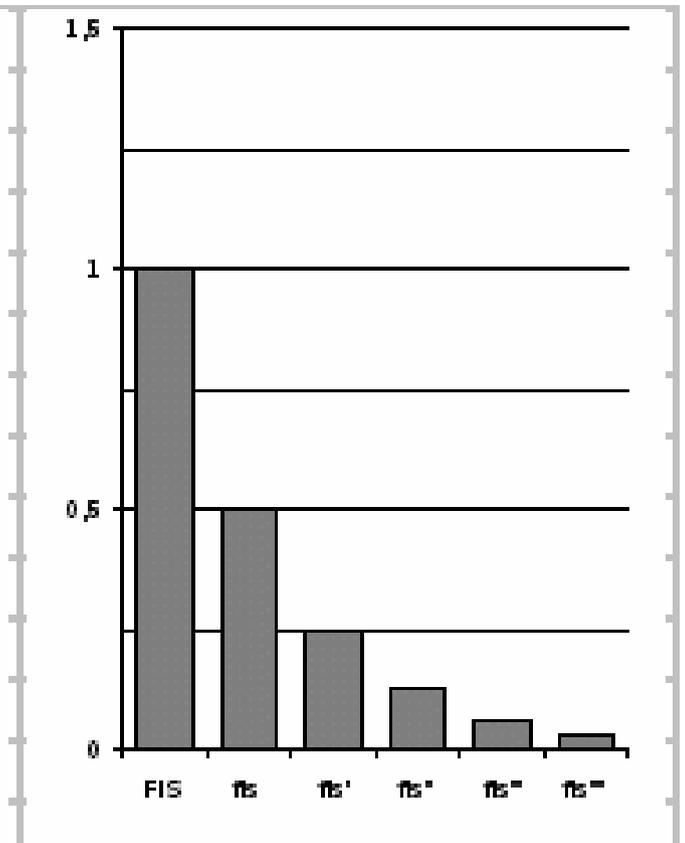
# Frequenzen, Tonstufen und Saitenteilungen



**Frequenzen in Hz  
von Oktave zu Oktave  
sind exponentiell**

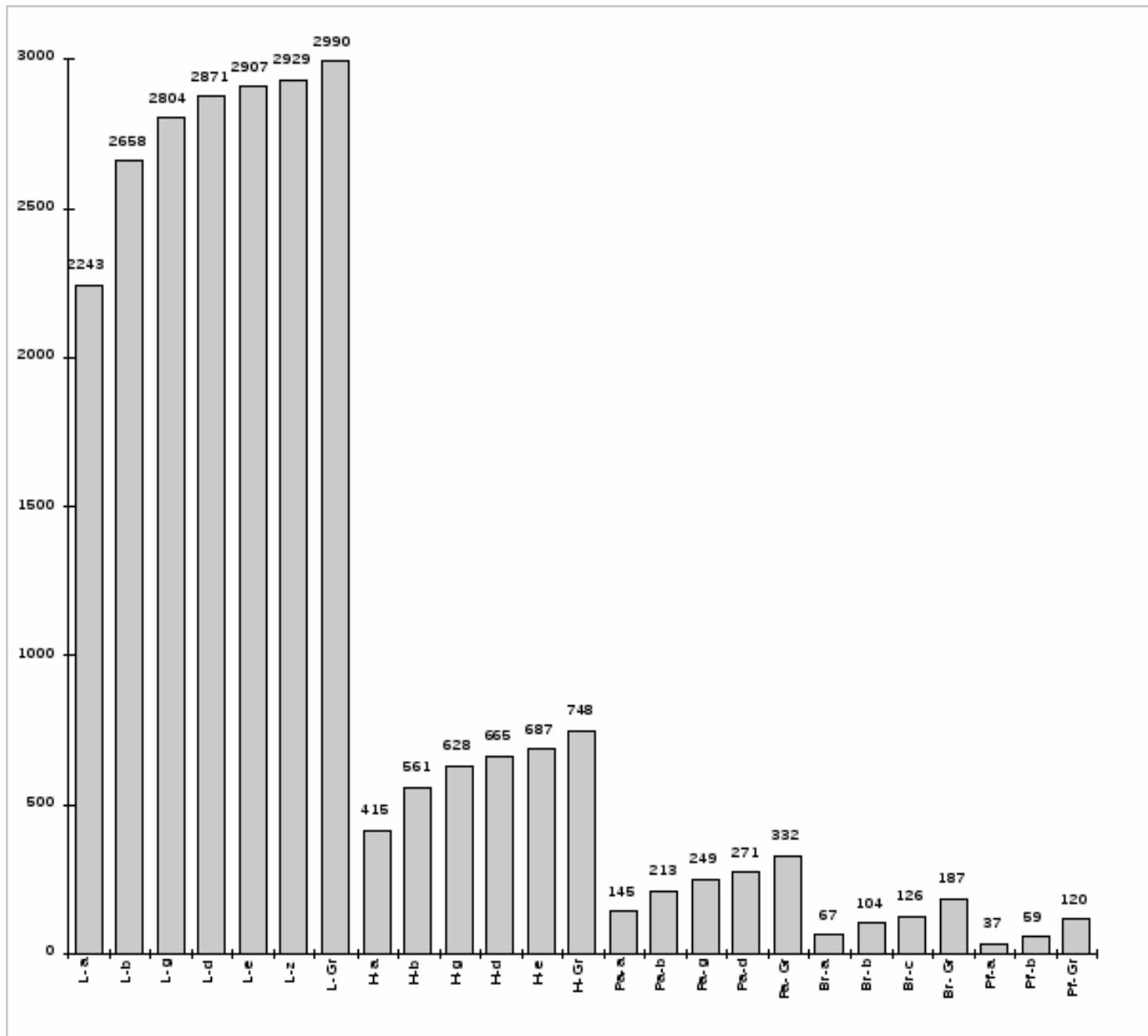


**Tonstufen (Namen)  
von Oktave zu Oktave  
sind linear**

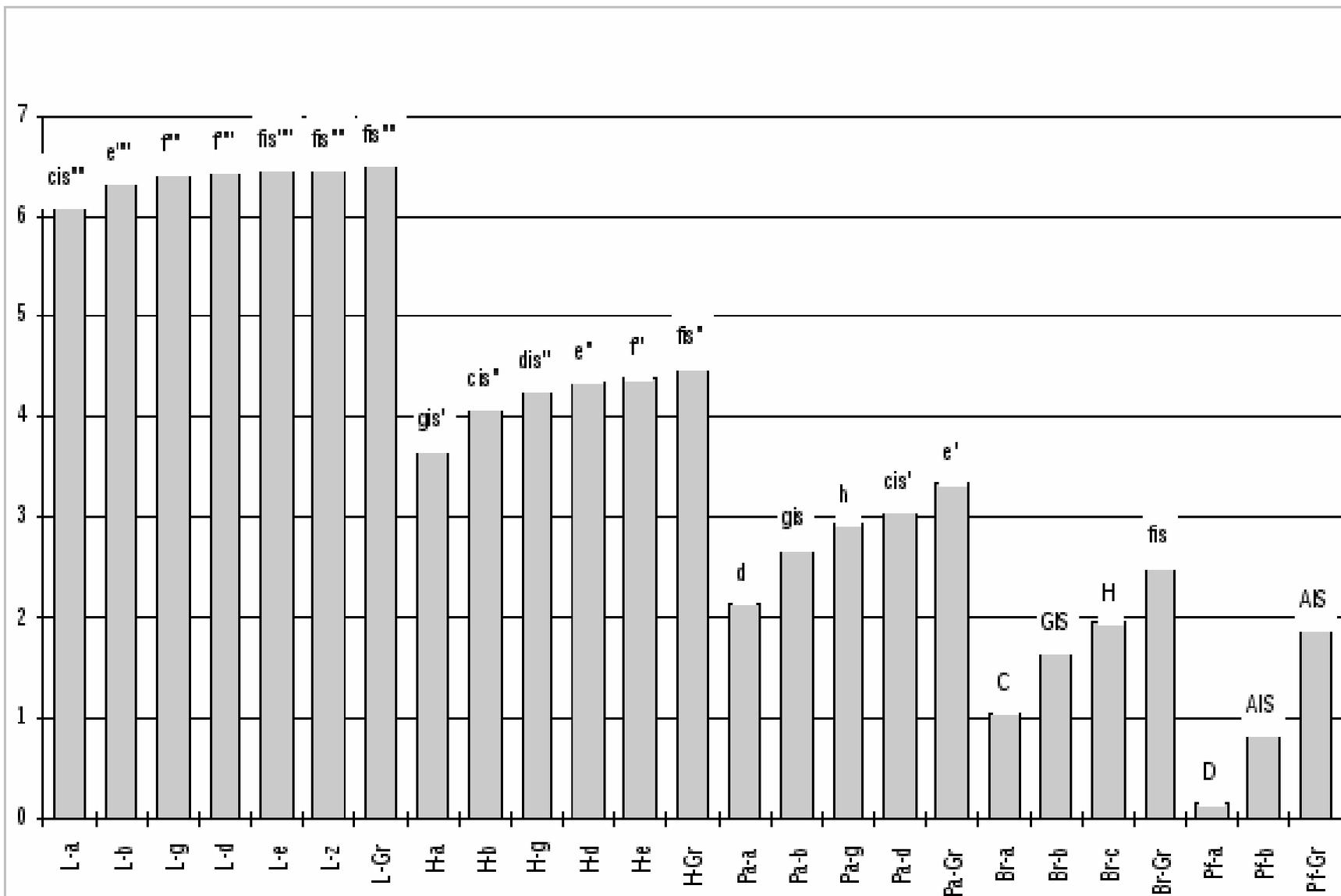


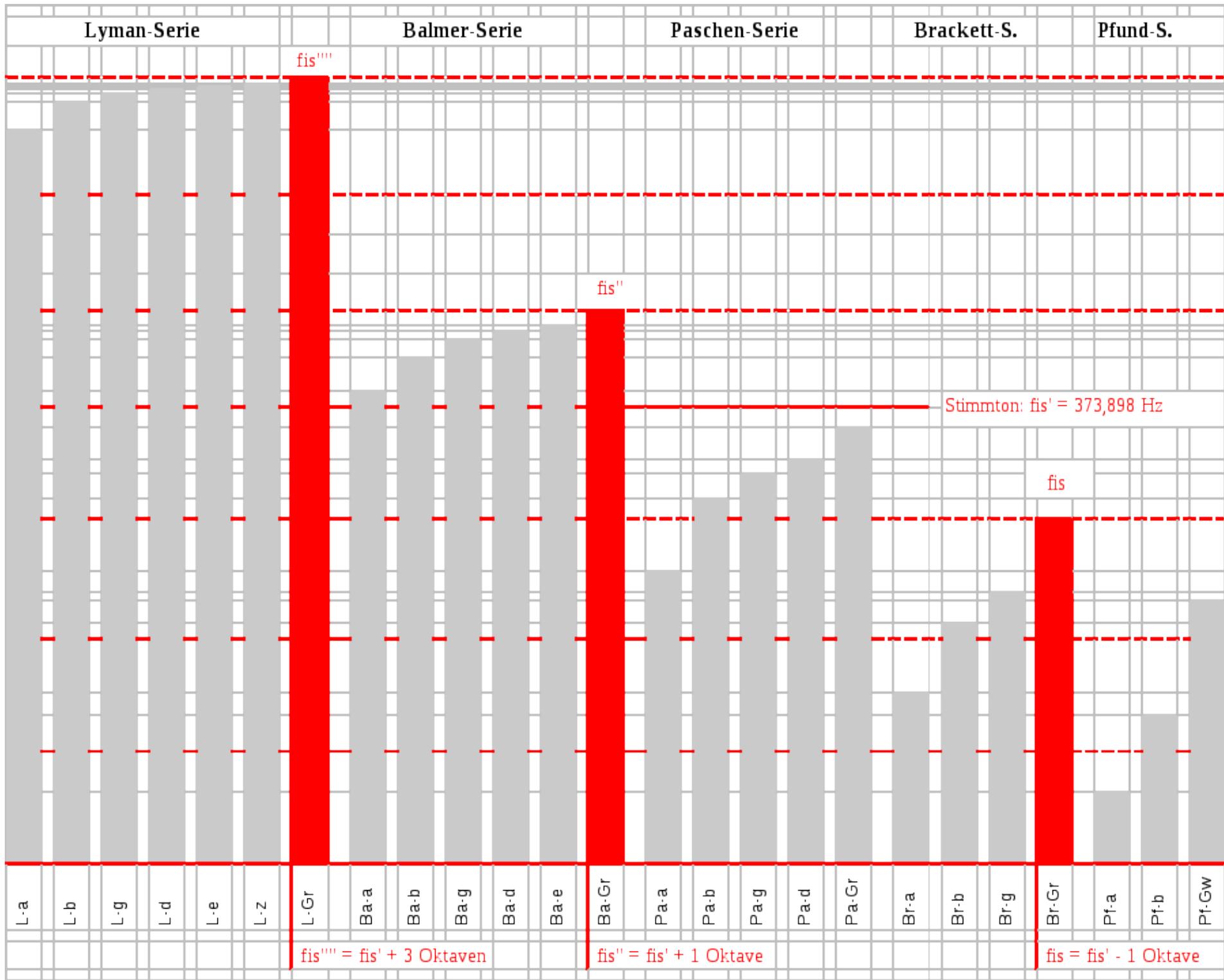
**Saitenteilungen in cm  
von Oktave zu Oktave  
sind logarithmisch**

# Die Wasserstoff-Frequenzen in der 40. Unteroktave

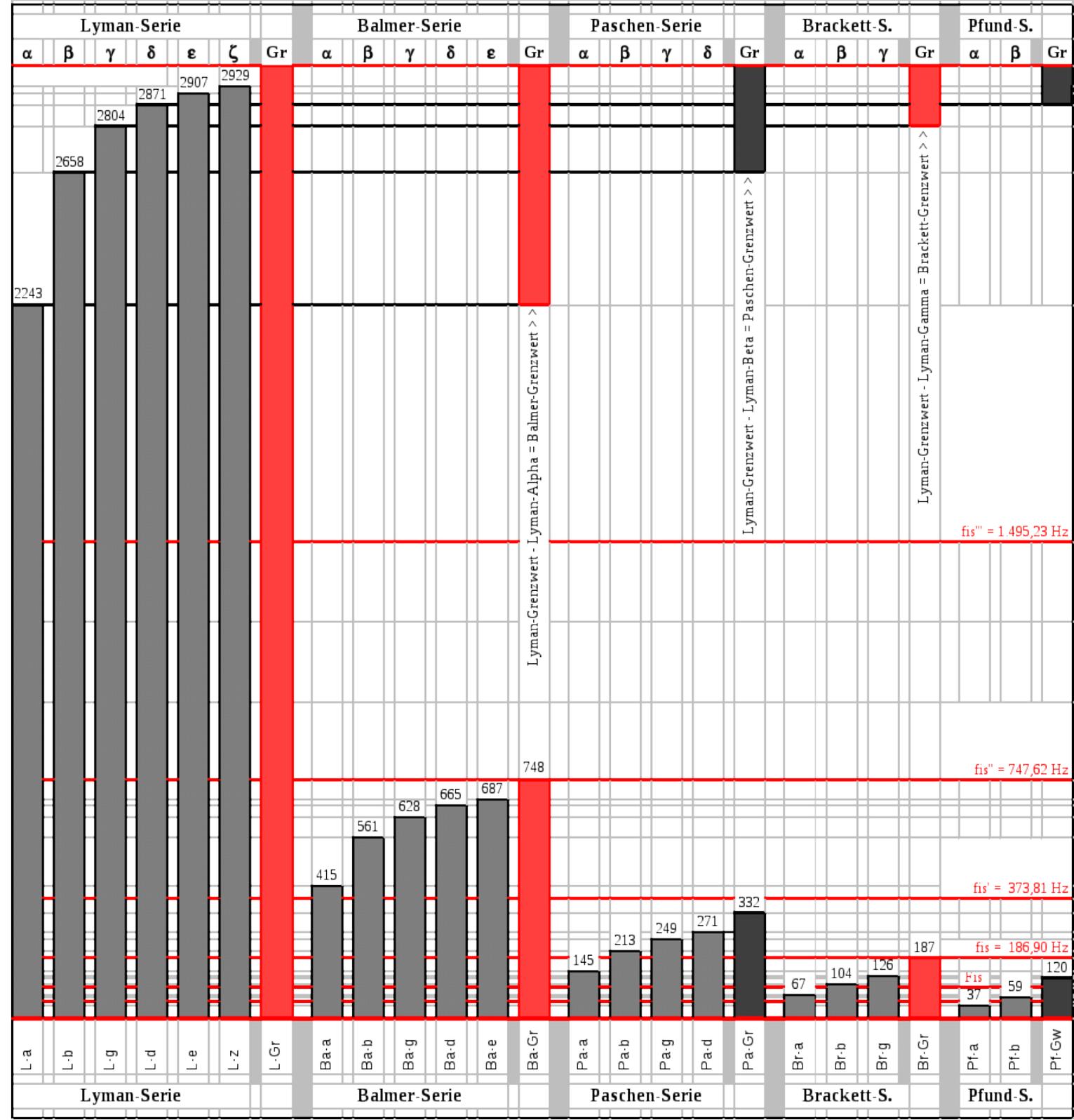


# Wasserstoff-Spektraltöne in der 40. Unteroktave und die Grenzfrequenzen der einzelnen Serien

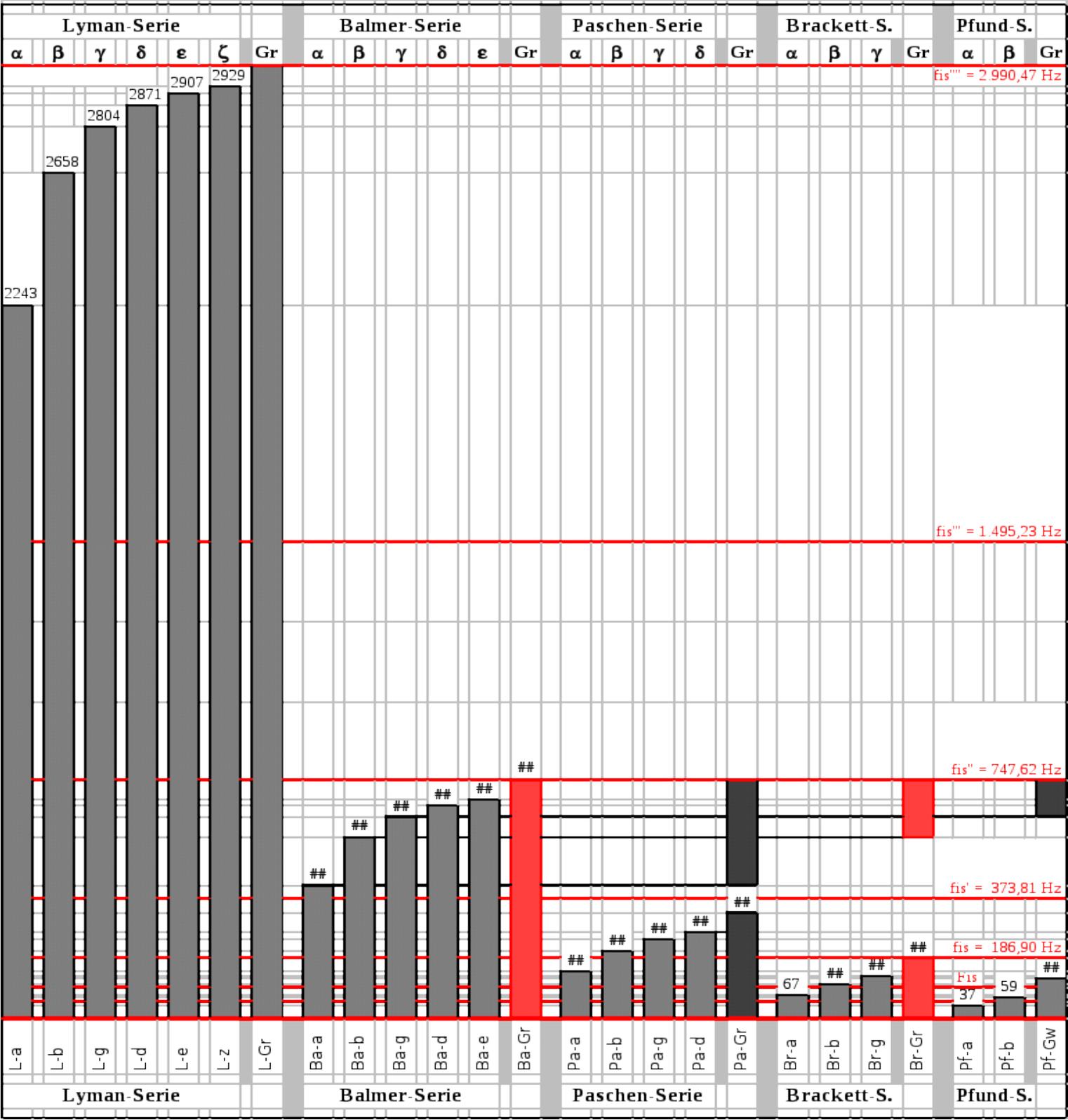


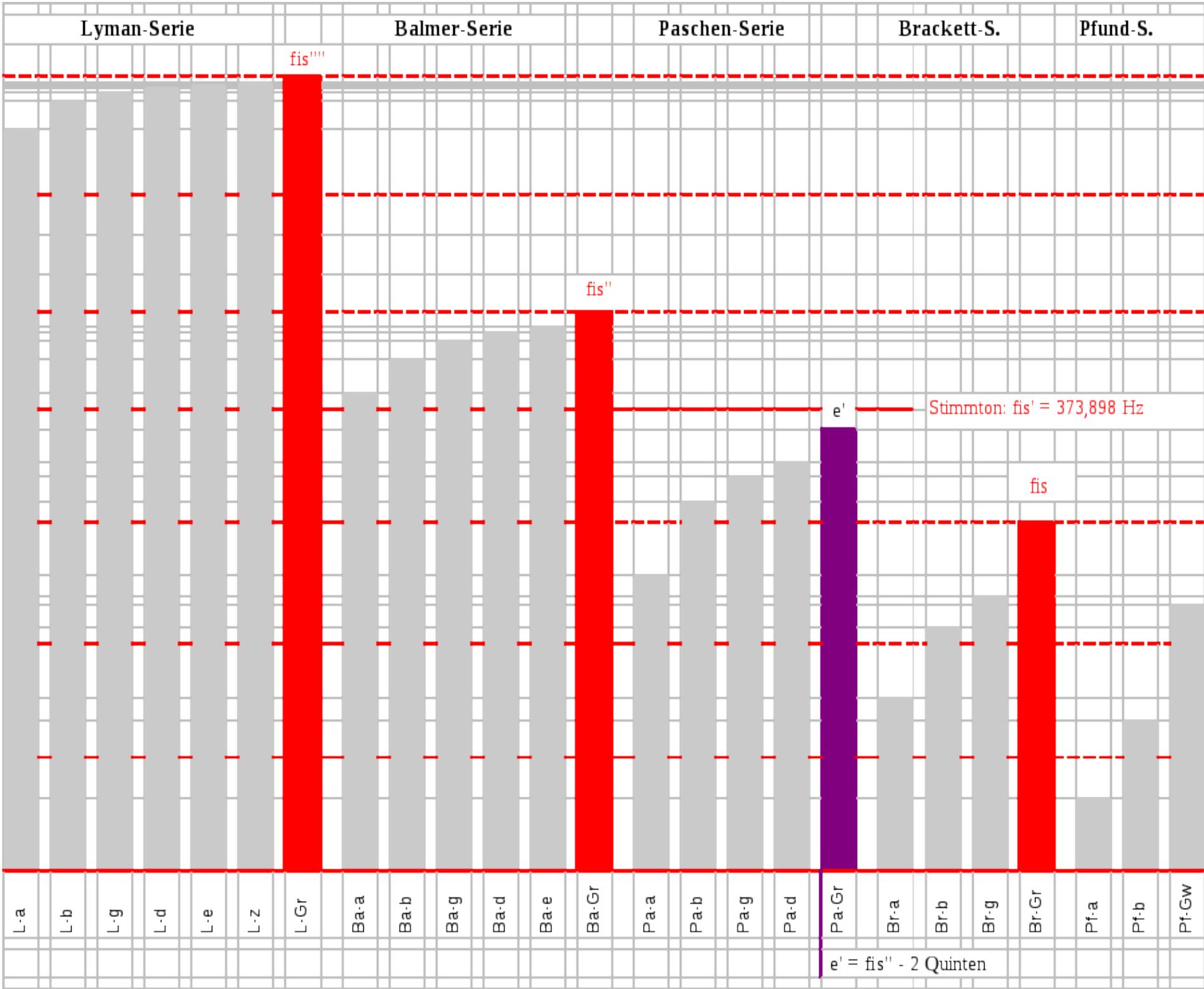


# Grenzwert-Differenzreihe Lyman-Serie



# Grenzwert- Differenzreihe Balmer-Serie





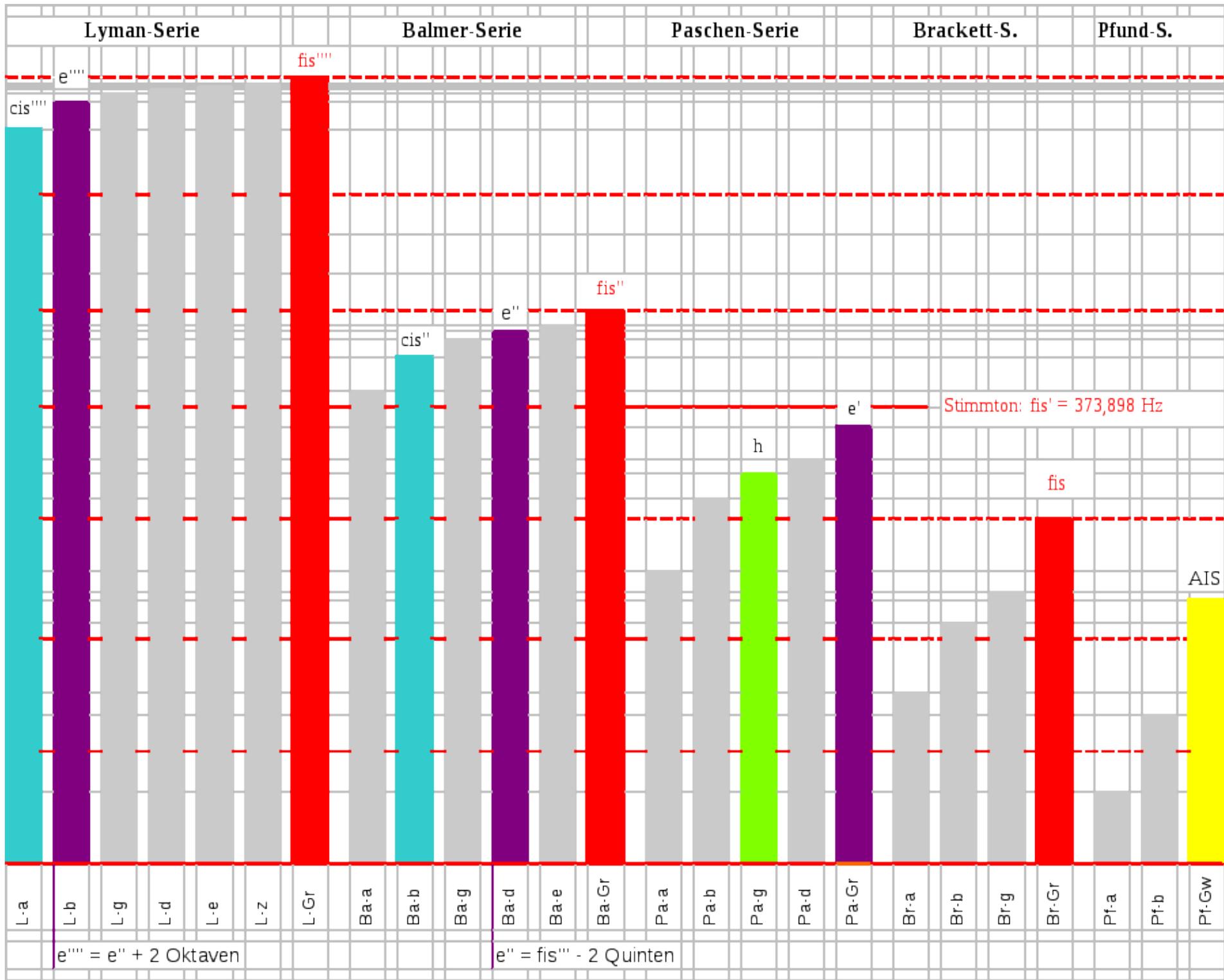


Diagramm der Frequenzen von Lyman-, Balmer-, Paschen-, Brackett- und Pfund-Serien. Die Achsen sind durch rote gestrichelte Linien markiert. Die Beschriftungen e''', e'', e', h, fis''', fis'', fis', und AIS sind in Rot dargestellt.



## **Quellenverzeichnis Bilder**

### **Medienarchiv Wikimedia Commons**

Lavoisier und seine Frau: Unbekannter Maler (1788), Öl auf Leinwand, Metropolitan Museum of Art, gemeinfrei

Balmer Serie: Jan Homann: Sichtbares Wasserstoff-Spektrum, GNU-Lizenz für freie Dokumentation, Version 1.2 oder einer späteren Version

## **Quellenverzeichnis Bilder**

### **Wasserstoffvertonung und Stimmschlüssel**

Alle Bilder aus „*H<sub>2</sub> - Der Klang der Wasserstoffmoleküle*“ zur Wasserstoffvertonung und zum Wasserstoffstimmschlüssel wurden von Hans Cousto gefertigt und sind im Internet unter den folgenden URLs zu finden:

[http://www.planetware.de/tune\\_in/Wasserstoff.html](http://www.planetware.de/tune_in/Wasserstoff.html)

[http://www.planetware.de/tune\\_in/wasserstoff-1.pdf](http://www.planetware.de/tune_in/wasserstoff-1.pdf)

[http://www.planetware.de/tune\\_in/Wasserstoff-2.pdf](http://www.planetware.de/tune_in/Wasserstoff-2.pdf)

**Danke für die Aufmerksamkeit!**

**Alle Zahlen,  
alle Berechnungen,  
alle Zusammenhänge  
und alle Schemagrafiken  
die hier dargestellt wurden**

**sind zu finden auf der Website**

**[www.planetware.de](http://www.planetware.de)**