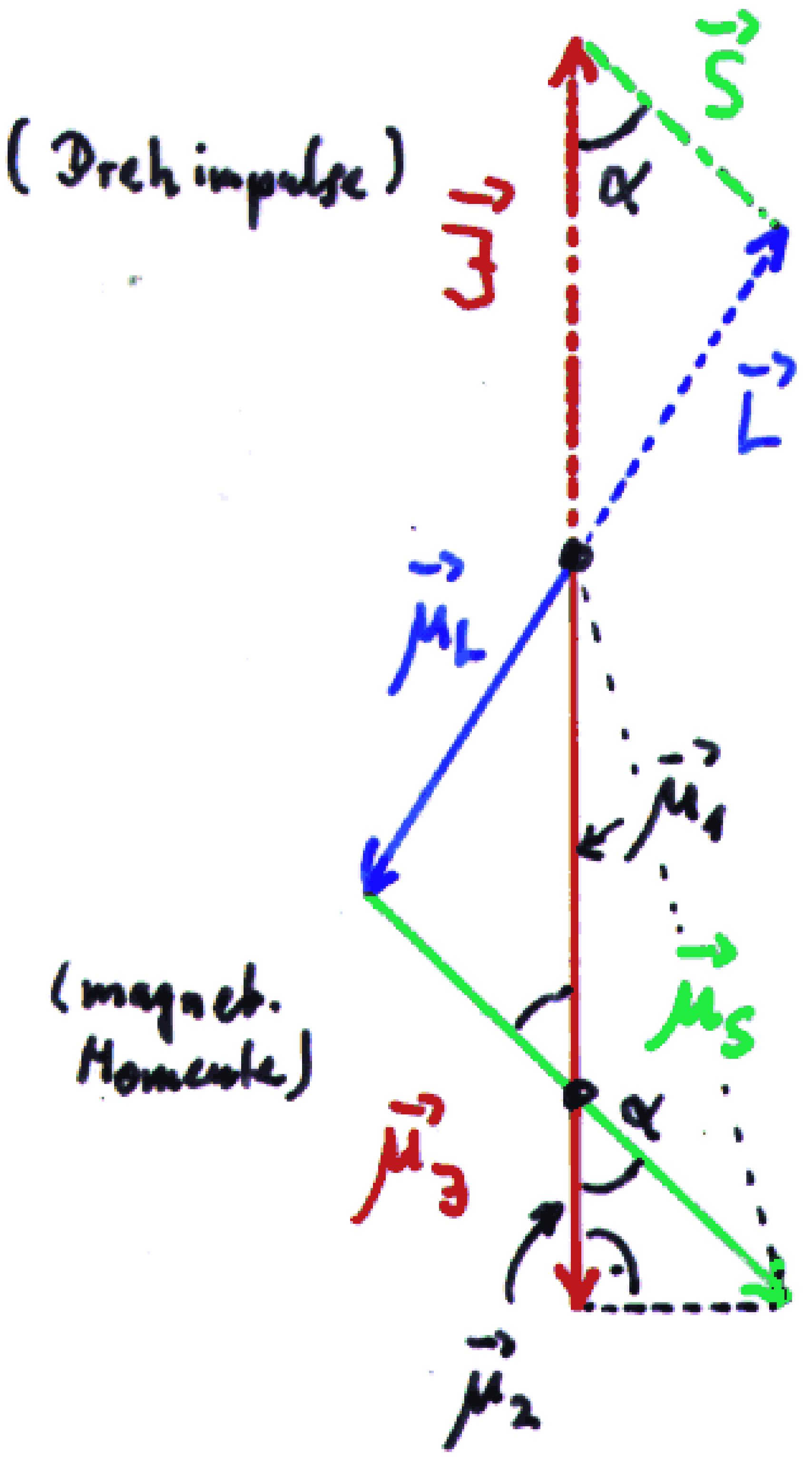
III. D Gesamt-Magnetisches Moment

D.1. Landésches g-Faktor

$$\boxed{\vec{\mu}_J = -g_J \frac{\mu_B}{\hbar} \vec{J}}$$

ursprünglich rein empirisch aus Spektren abgeleitet

$$\langle |\vec{\mu}_J| \rangle = g_J \sqrt{j(j+1)}\, \mu_B \; ; \quad \langle \mu_{J,z} \rangle = -g_J\, m_j\, \mu_B$$



Vektorgerüstmodell:

$$\vec{\mu}_J = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2$$

$$\vec{\mu}_1 = -1 \cdot \vec{J} \frac{\mu_B}{\hbar}$$

$$\vec{\mu}_2 = -\frac{1}{2} |\vec{\mu}_S| \cdot \cos\alpha \, \frac{\vec{J}}{|\vec{J}|}$$

$$= -\frac{\mu_B}{\hbar} |\vec{S}| \cdot \cos\alpha \cdot \frac{\vec{J}}{|\vec{J}|}$$

$$\vec{\mu}_J = -\frac{\mu_B}{\hbar} \vec{J} \left\{ 1 + \frac{|\vec{S}|}{|\vec{J}|} \cos\alpha \right\}$$

cos-Satz: $|\vec{L}|^2 = |\vec{J}|^2 + |\vec{S}|^2 - 2|\vec{J}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos\alpha$

$$\cos\alpha = \frac{|\vec{J}|^2 + |\vec{S}|^2 - |\vec{L}|^2}{2|\vec{J}| \cdot |\vec{S}|}$$

$$\mu_J = -\frac{\mu_B}{\hbar} \vec{J} \left\{ 1 + \frac{|\vec{J}|^2 + |\vec{S}|^2 - |\vec{L}|^2}{2|\vec{J}|^2} \right\}$$

$$\boxed{g_J = 1 + \frac{j(j+1) + s(s+1) - \ell(\ell+1)}{2j(j+1)}}$$

III.D.2 Anomaler Zeeman-Effekt

$$\langle W_{magn} \rangle = E_{Zeeman} = -\langle \mu_z \rangle B_z = +g_J\, m_j\, \mu_B\, B_z$$

$$g_J = 1 + \frac{j(j+1) + s(s+1) - \ell(\ell+1)}{2j(j+1)}$$

zB:

$\ell = 0,\ s = \frac{1}{2};\ j = \frac{1}{2} \quad \to \quad g_J = 2$

$$\ell = 1,\ s = 1/2;\ j = \frac{3}{2} \to g_J = 1 + \frac{3/2 \cdot 5/2 + 1/2 \cdot \frac{3}{2} - 1 \cdot 2}{2 \cdot 3/2 \cdot 5/2} = 1 + \frac{5/2}{15/2} = \frac{4}{3}$$

$$j = \frac{1}{2} \to g_J = 1 + \frac{1/2 \cdot 3/2 + 1/2 \cdot 3/2 - 1 \cdot 2}{2 \cdot 1/2 \cdot 3/2} = 1 + \frac{-1/2}{3/2} = \frac{2}{3}$$

$$\ell = 2,\ s = \frac{1}{2};\ j = \frac{5}{2} \to g_J = 1 + \frac{5/2 \cdot 7/2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} - 2 \cdot 3}{2 \cdot 5/2 \cdot 7/2} = 1 + \frac{7/2}{35/2} = \frac{6}{5}$$

$$j = \frac{3}{2} \to g_J = 1 + \frac{3/2 \cdot 5/2 + 1/2 \cdot 3/2 - 2 \cdot 3}{2 \cdot 3/2 \cdot 5/2} = 1 + \frac{-3/2}{15/2} = \frac{4}{5}$$

d.h. für $\ell > 0$:

$j = \ell + 1/2 \to g_J > 1$

$j = \ell - 1/2 \to g_J < 1$

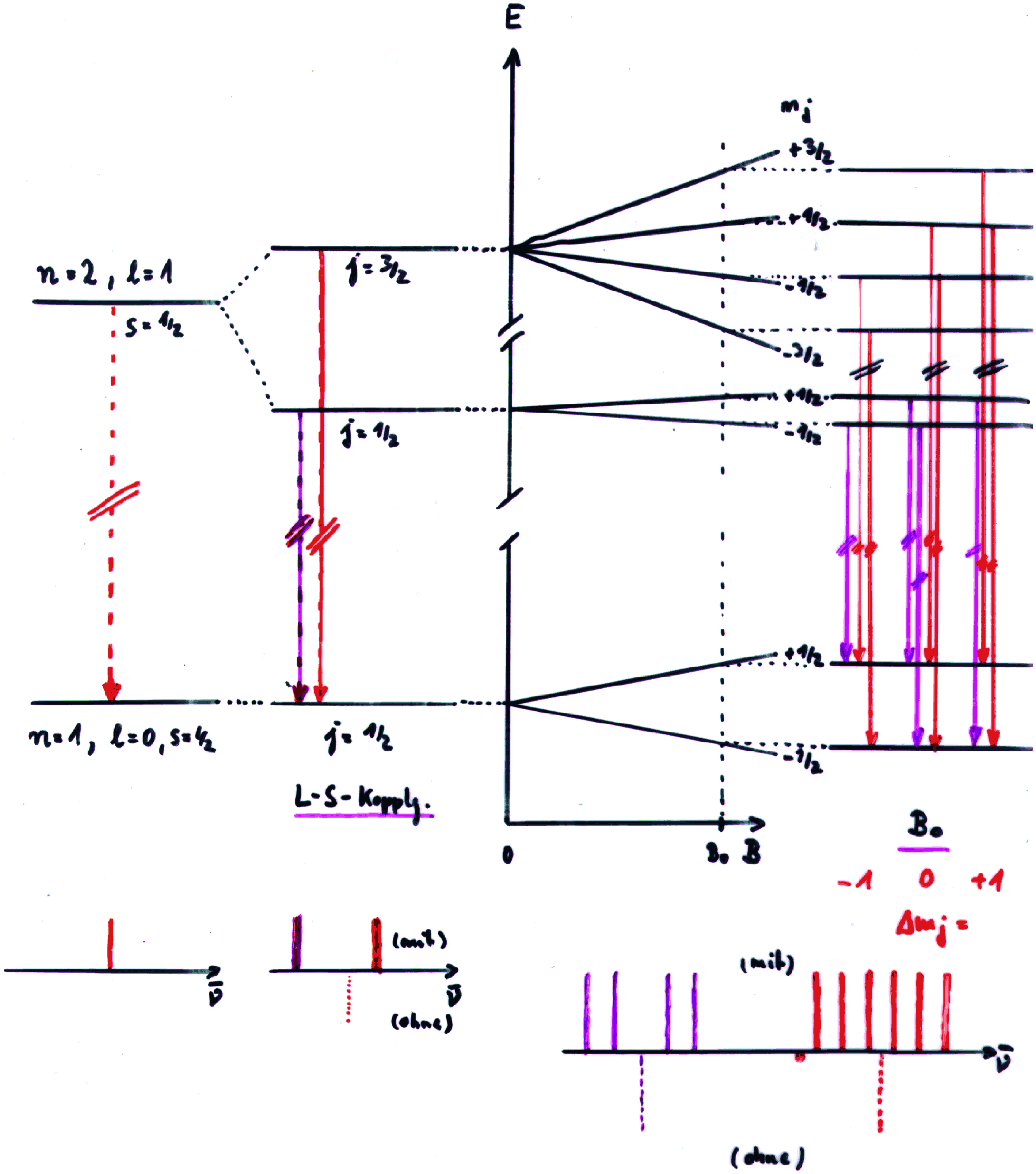
z.B.

$\Delta m_j = 0, \pm 1$ - Übergänge

- sehr viel reichhaltigeres Aufspaltungsbild
- auch $\Delta m_j = 0$ - Übergänge sind aufgespalten

$\langle W_{LS} \rangle \gg \langle W_{Zeeman} \rangle$ anomaler Zeeman-Effekt

Anomaler Zeeman - Effekt



III. D. 3 Paschen - Back - Effekt

$$\left.\begin{matrix} E_{\vec{S}\vec{B}_z} \\ E_{\vec{L}\vec{B}_z} \end{matrix}\right\} \gg E_{\vec{L}\vec{S}}$$

Kopplung zwischen $\vec{L}$ u. $\vec{S}$ aufgebrochen → P.-B.-Effekt

$n, l, \cancel{m_l}, (s), \cancel{m_s}, j, m_j$ — Zeeman-Effekt

$n, l, m_l, (s), m_s, \cancel{j}, \cancel{m_j}$ — Paschen-Back-Eff.

$$\boxed{\langle \mu_z \rangle \stackrel{\sim}{=} \langle \mu_{L,z} \rangle + \langle \mu_{S,z} \rangle = -(m_l + 2m_s)\mu_B}$$

Auswahlregeln: $\Delta m_l = 0, \pm 1$

$\Delta m_s = 0$

→ stark vereinfachte Spektren: nur noch 3 Linien!