Zusammenschau aller Ergebnisse zu Neutrino-Oszillationen:

1. Anzeichen für $\nu_\mu \to \nu_e$-Oszillationen beim LSND-Experiment (Appearance):

$$\boxed{\begin{array}{c} 0.2 < \delta m^2_{e\mu} < 2\ \mathrm{eV}^2 \\ 0.002 < \sin^2 2\theta_{e\mu} < 0.04 \end{array}}$$

   (Einziges Anzeichen für ν-Oszillationen mit terrestrischen Quellen und in Appearance.

   Erste Hinweise bei K2K in Disappearance von ν_μ.)

   Endgültige Überprüfung durch das MiniBooNE-Experiment.

2. Beobachtung atmosphärischer $\nu_\mu \to \nu_\tau$-Oszillationen zuerst durch Kamiokande und Super-Kamiokande und Bestätigung durch MACRO und Soudan 2 (Disappearance):

$$\boxed{\begin{array}{c} 1.5 \cdot 10^{-3} < \delta m^2_{\mu\tau} < 5 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{eV}^2 \\ \sin^2 2\theta_{\mu\tau} > 0.88 \end{array}}$$

Die $\nu_\mu \to \nu_e$-Hypothese ist durch Reaktorexperimente, Chooz, Palo Verde, ausgeschlossen (Disapperance von $\nu_e to \nu_X$).

3. Konsistente Erklärung aller Messungen des solaren ν_e-Defizits (Disappearance) durch den MSW-Effekt in der Sonne (mehrere Lösungen) oder Vakuumoszillationen (VAC):

δm^2 [eV^2]	$\sin^2 2\theta$	
$\nu_e \to \nu_{\mu,\tau}$		
$2.2 \cdot 10^{-5}$	0.76	LMA
$4.9 \cdot 10^{-6}$	0.005	SMA
$9.0 \cdot 10^{-8}$	0.88	LOW
$\nu_e \to \nu_{\text{steril}}$		
$3.8 \cdot 10^{-6}$	0.004	SMA
$\nu_e \to \nu_X$		
$4.4 \cdot 10^{-10}$	0.93	VAC

Weitere Untersuchungen durch SNO, BOREXINO, Super-Kamiokande, GNO, KAMLAND.

Neutrino-Oszillationen geben nur Informationen zu Massendifferenzen.

Informationen über absolute ν-Massenskala aus direkten ν-Massenmessungen und aufgrund kosmologischer Argumente.

Kosmologische Randbedingungen:

- Alter und Expansionsrate des Universums: Dunkle Materie (Hot Dark Matter).

  Z.B. flaches Universum ohne kosmologische Konstante:

$$\sum_{\nu} m_{\nu} \approx 4.7 \text{ eV (inkl. } \overline{\nu})$$

- Entststehung und Dynamik der Galaxien: Dunkle Materie.

- Fluktuationen der kosmischen Hintergrundstrahlung (Satellitenexperimente: COBE $\longrightarrow$ PLANCK).

Neutrino-Massenspektren:

- Bei 3 Neutrino-Generationen gibt es nur 2 unabhängige Massenquadratdifferenzen:

$$\delta m_{12}^2 + \delta m_{23}^2 + \delta m_{31}^2 = 0$$

- $\Longrightarrow$ Wenn alle 3 Ergebnisse zu ν-Oszillationen richtig sind, muß noch ein weiteres inaktives (steriles) leichtes Neutrino angenommen werden (ein weiteres leichtes aktives Neutrino ist im Widersprich zu den Experimenten am LEP-Beschleuniger: $N_\nu = 2.993 \pm 0.011$).

- Vereinfachende Annahme: kleine Mischungswinkel (SMA), d.h. beinahe diagonale Mischungsmatrix ($n \times n$):

  $\Longrightarrow m_1 \approx m_{\nu_e},\ m_2 \approx m_{\nu_\mu},\ m_3 \approx m_{\nu_\tau}.$

  $\Longrightarrow$ Szenarios:

  1. 3 ν-Generationen (ohne LSND):
     $m_{\nu_e} \approx 0,\ m_{\nu_\mu} \approx 2 \cdot 10^{-3} (2 \cdot 10^{-5})$ eV (solare ν) und $m_{\nu_\tau} \approx 0.05$ eV (atm. ν).
  2. 4 ν-Generationen (mit LSND):
     $m_{\nu_e} \approx m_{\nu_s} \approx 0$ (solare ν) und $m_{\nu_\mu} \approx m_{\nu_\tau} \approx 2.3$ eV (Dark Matter, kompatibel mit LSND).