Abgeschlossene ν-Oszillationsexperimente an Beschleunigern:

CERN: H_2-, D_2-Blasenkammer BEBC.
Elektronische ν-Detektoren CHARM, CDHS.

FNAL: CCFR, E531 (Emulsionstarget), E776

BNL

Los Alamos

Untersucht:

- ν_μ-Disappearance: $\nu_\mu \to \nu_X$ Oszillationen:

  Vergleich der ν_μ-Rate mit der Erwartung als Funktion von E_ν,

  verlangt gute Kenntnis des ν_μ-Flußspektrums $\phi_\nu(E_\nu)$ an der Quelle sowie des Wirkungsquerschnitts $\sigma_{\nu N}$ und hohe Ereignisraten (ν-Flüsse).

- ν_e-Disappearance: $\nu_e \to \nu_X$ Oszillationen:

  Vergleich der im Detektor gemessenen ν_e-Rate mit der bekannten ν_e-Verunreinigung des Strahls.

- ν_e-Appearance: $\nu_\mu \to \nu_e$ Oszillationen:

- ν_τ-Appearance: $\nu_{e,\mu} \to \nu_\tau$ Oszillationen:

  Suche nach ν_τ, bisher nicht direkt nachgwiesen.

$\Longrightarrow$ Keine ν-Oszillationen beobachtet.

Ausschlußbereiche:

- $\boxed{\sin^2 2\theta > 3 \cdot 10^{-3}}$ bei großen δm^2 (FNAL):

  Appearance, sensitiver für kleine Amplituden als Reaktorexperimente (Disappearance).

- weniger sensitiv für kleine δm^2 als Reaktorexperimente (E_ν groß).

ν-Oszillationsexperimente der 2. Generation:

Am CERN SPS:,

Breitbandstrahl, 450 GeV Protonen, 270 m langer Zerfallstunnel:

CHORUS, NOMAD (Datennahme 1995-97)

Appearance $\nu_{e,\mu} \to \nu_\tau$ im Abstand $L = 600$ m,
Suche nach ν_τ.

ν-Strahlzusammensetzung: 94% ν_μ mit $< E_\nu >= 27$ GeV,

verunreinigt mit nur 6% $\overline{\nu}_\mu$, 0.7% ν_e, 0.2% $\overline{\nu}_e$ und $10^{-6} - 10^{-7}$ ν_τ aus D_s-Zerfällen

ν_τ-Nachweis:

$$\nu_\tau p \to \tau^- + X, \;\; \tau^- \to \ell^- \overline{\nu}_\ell \nu_\tau, \nu_\tau X$$

$\tau^\pm$-Zerfälle erkennbar

am Knick in der Ionisationsspur (CHORUS),

und am “fehlenden” Transversalimpuls zur Strahlachse von nicht nachgwiesenen Neutrinos uas dem $\tau^\pm$-Zerfall (NOMAD).

Empfindlichkeit:

- Hohe Frequenzen: $\delta m_{13}^2 \geq 10$ eV^2, $\delta m_{23}^2 \geq 1$ eV^2 bei maximaler Mischung,

  d.h. $m_{\nu_\tau} \approx 1 - 3$ eV $(\approx m_3 \gg m_1, m_2)$.

- Kleine Amplituden: $\boxed{\sin^2 2\theta > 8 \cdot 10^{-4}(10^{-2})}$ für $\nu_\mu \to \nu_\tau$ $(\nu_e \to \nu_\tau)$.

  Geplant: Grenze bis $\sin^2 2\theta_{\mu\tau} \approx 2 \cdot 10^{-4}$.

Am FNAL:

Ähnliches Experiment am Tevatron, 0.9 TeV Protonen, $E_\nu = 50 - 350$ GeV (NBB):

NuTeV (E803), Datennahme 1996/97

Geplante “Long Baseline”-Experimente:

Abstand Quelle-Detektor einige 100 bis 1000 km

$\Longrightarrow$ Sensitivität bis $\underline{\delta m^2 \approx 10^{-3} - 10^{-4}}$

zum unabhängigen Test der atmosphärischen ν-Anomalie (ν-Oszillationen).

Der Zerfallstunnel muß in die Erdoberfäche geneigt sein; gutes Zielen ist notwendig.

Wegen der Strahldivergenz werden sehr intensive ν-Strahlen beötigt

und sehr große Detektormassen geplant:

Untergrund- und Unterwasser-ν-Detektoren

wie sie auch für die Suche nach Protonzerfällen und Messungen von atmosphärischen und solaren Neutrinos verwendet werden.

- Tevatron (FNAL) $\longrightarrow$ MINOS-Detektor (im Soudan Goldbergwerk, Minnesota).

  MINOS: 10000 Tonnen magnetisiertes Eisen.

  Zusätzlich kleinerer Detektor im Abstand von 1 km zur Messung des nahen Neutrinoflusses.

- SPS WBB (CERN) $\longrightarrow$ Icarus+Noe=IcaNoe-Detektor und Opera-Detektor (im Gran Sasso-Tunnel bei Rom).

- KEK (Japan) $\longrightarrow$ Superkamiokande-Detektor

  im Kamioka-Bergwerk, Japan (K2K-Experiment).