

libShower Energy systematics

Manual

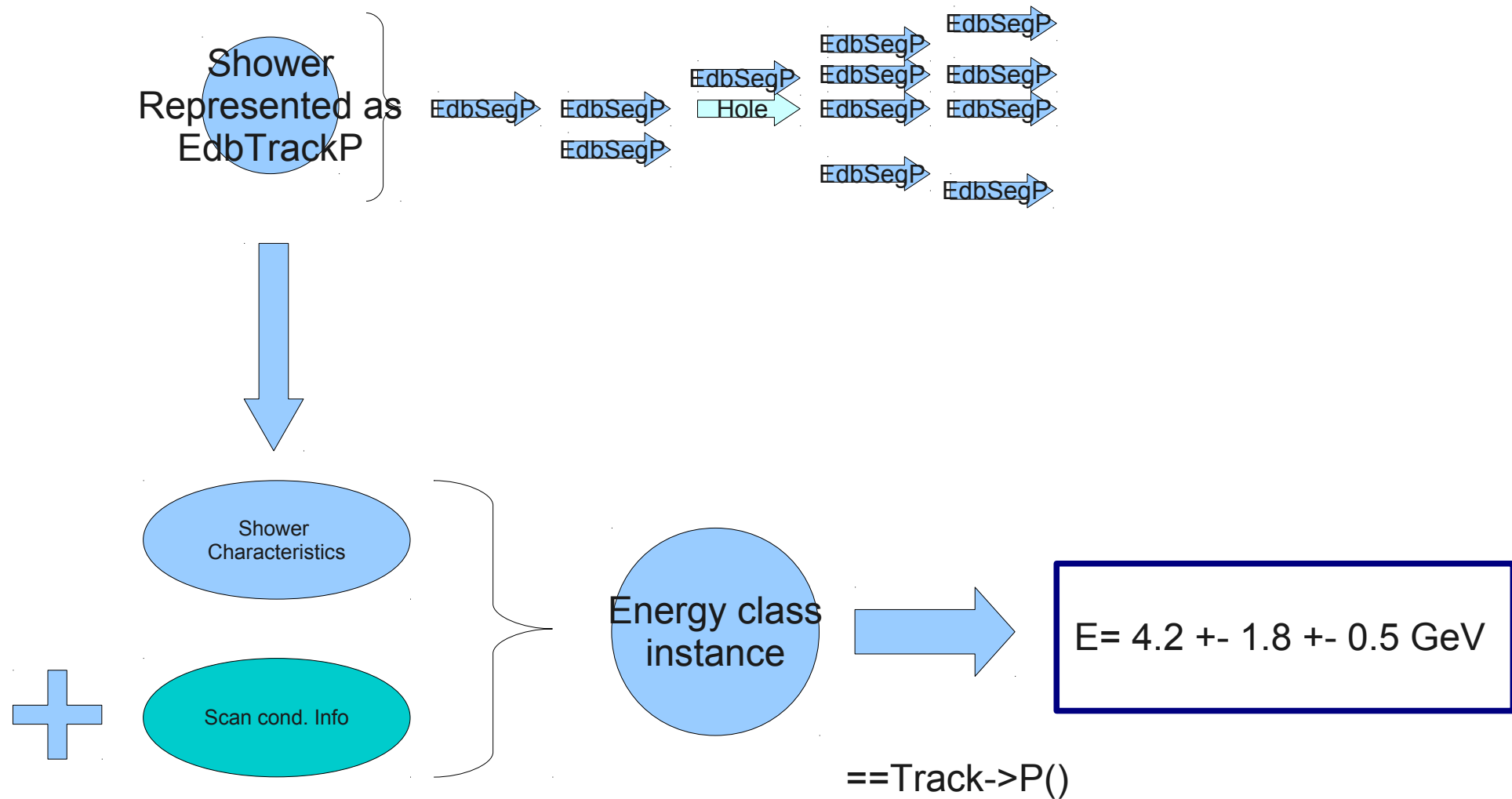
V0.1

frank.meisel@lhep.unibe.ch

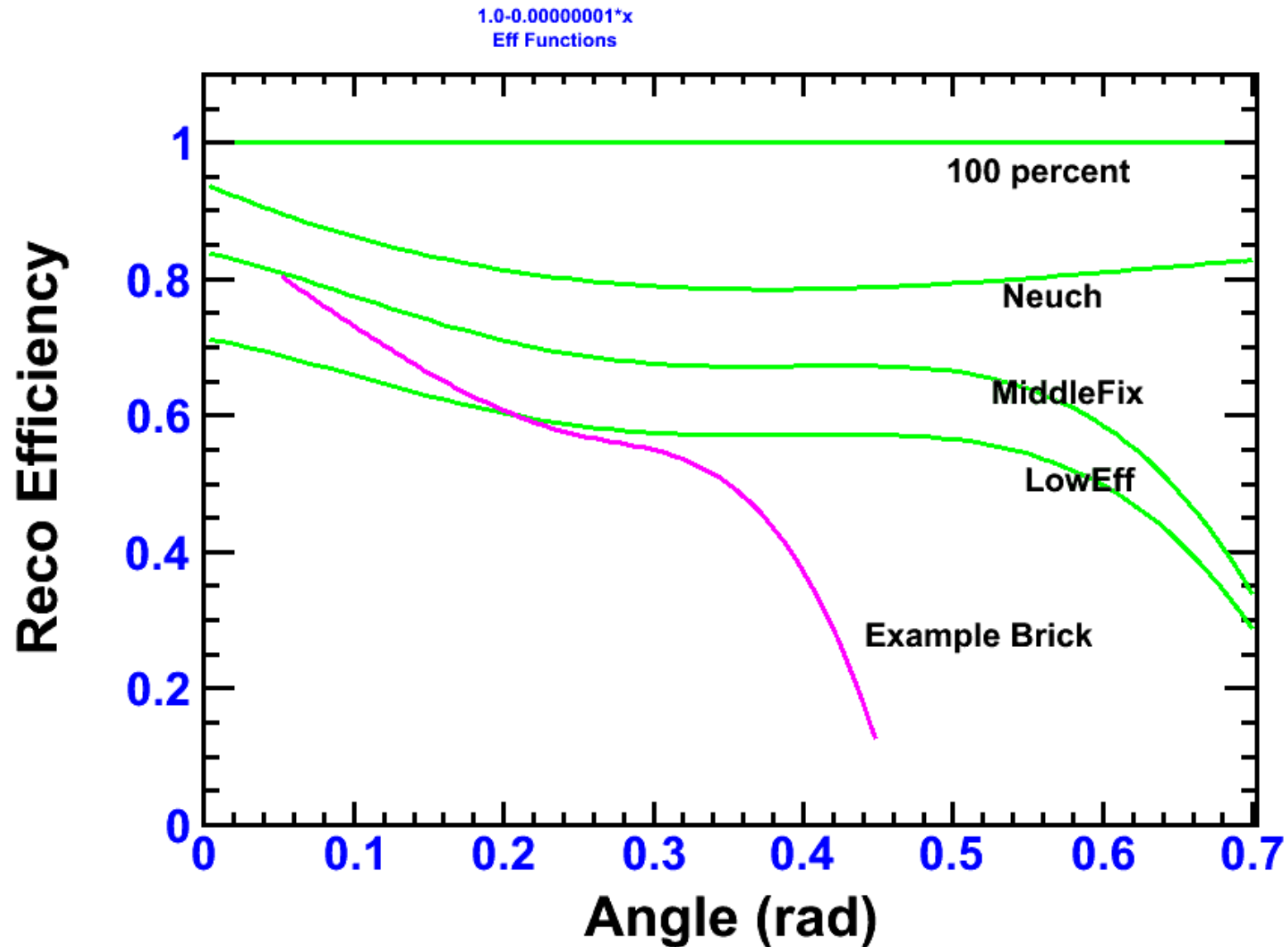
Shower Energy Measurement

- The Shower Energy is measured using:
 - Basic Properties of the Shower
 - Conditions from Brick Scanning
- Shower Properties
 - Shape
 - Density
 - Angle
- Scan Conditions
 - Reco Efficiency
 - BG Level

Block diagram: energy



Implemented ScanEfficiencies



Energy: Technical

- Get Reconstructed Shower Array
- Start Energy Estimation
- Retrieve Reconstructed Shower Array, with P() filled.

```
// Instantate ShowerAlgorithmEnergy Class
EdbShowerAlgESimple* ShowerAlgEnergyInstance = new EdbShowerAlgESimple();

// Run Shower Energy Algorithm on all shower/tracks
ShowerAlgEnergyInstance->DoRun(RecoShowerArray);

// All tracks contain now in P() the estimated energy.
```

Energy: stat. Results: $\sigma(E)/E$ gamma

Energy/NPl	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16	32	64
10	0.68	0.64	0.63	0.62	0.6	0.54	0.49	0.45	0.45	0.43	0.33	0.33
12	0.61	0.56	0.54	0.54	0.52	0.47	0.44	0.4	0.4	0.41	0.32	0.38
14	0.59	0.51	0.49	0.49	0.48	0.45	0.42	0.38	0.36	0.41	0.31	0.37
16	0.59	0.51	0.47	0.42	0.4	0.38	0.36	0.32	0.32	0.37	0.29	0.31
18	0.56	0.47	0.44	0.42	0.4	0.38	0.36	0.31	0.3	0.36	0.28	0.39
20	0.7	0.55	0.48	0.39	0.36	0.34	0.32	0.29	0.27	0.32	0.26	0.37
23	0.57	0.49	0.45	0.39	0.37	0.33	0.31	0.27	0.25	0.29	0.25	0.31
26	0.64	0.52	0.46	0.4	0.35	0.3	0.29	0.25	0.22	0.25	0.22	0.25
29	0.55	0.47	0.44	0.38	0.34	0.29	0.28	0.24	0.21	0.23	0.2	0.24
32	0.58	0.49	0.44	0.38	0.34	0.3	0.27	0.23	0.21	0.21	0.19	0.23
35	0.59	0.49	0.44	0.38	0.35	0.3	0.27	0.23	0.2	0.2	0.18	0.21
40	0.58	0.48	0.44	0.39	0.35	0.29	0.27	0.23	0.2	0.18	0.17	0.21
45	0.58	0.48	0.45	0.39	0.35	0.29	0.27	0.23	0.2	0.18	0.16	0.19

Energy: stat. Results: $\sigma(E)/E$ ele







Energy/NP1	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16	32	64
10	0.94	0.92	0.91	0.86	0.78	0.68	0.62	0.55	0.52	0.45	0.34	0.25
12	0.74	0.73	0.72	0.69	0.65	0.58	0.53	0.49	0.47	0.44	0.34	0.27
14	0.72	0.64	0.62	0.6	0.58	0.52	0.48	0.44	0.44	0.43	0.34	0.29
16	0.67	0.6	0.55	0.5	0.49	0.45	0.42	0.39	0.39	0.4	0.32	0.32
18	0.61	0.55	0.51	0.47	0.46	0.42	0.4	0.37	0.36	0.4	0.31	0.36
20	0.56	0.52	0.48	0.43	0.4	0.39	0.38	0.34	0.33	0.37	0.29	0.27
23	0.57	0.51	0.46	0.41	0.37	0.35	0.34	0.31	0.29	0.33	0.27	0.36
26	0.6	0.52	0.46	0.39	0.35	0.33	0.32	0.29	0.26	0.29	0.25	0.31
29	0.63	0.54	0.47	0.38	0.34	0.31	0.3	0.27	0.25	0.27	0.23	0.28
32	0.64	0.54	0.47	0.39	0.34	0.3	0.29	0.26	0.24	0.25	0.21	0.28
35	0.65	0.54	0.47	0.39	0.34	0.3	0.28	0.26	0.23	0.23	0.2	0.26
40	0.62	0.53	0.46	0.38	0.34	0.3	0.28	0.26	0.23	0.21	0.19	0.22
45	0.62	0.53	0.46	0.38	0.34	0.3	0.28	0.25	0.23	0.21	0.18	0.23

Interpolation

- Interpolate energy statistic uncertainties with ROOT Tspline3 class (between energies)
- (No interpolation done between plate binnings.)

More here : SYSTEMATICS

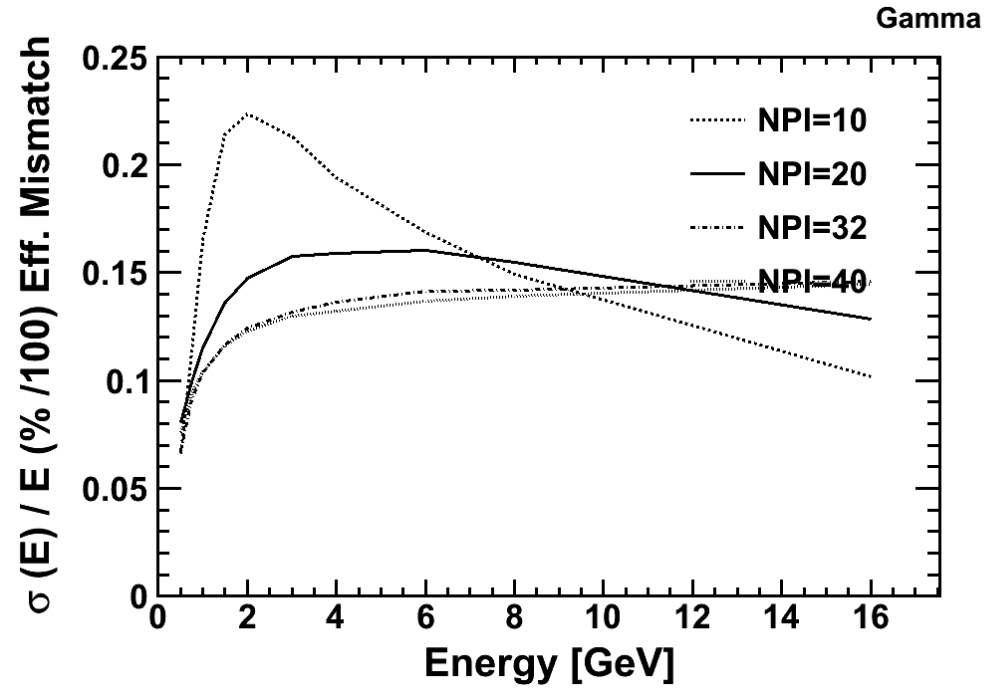
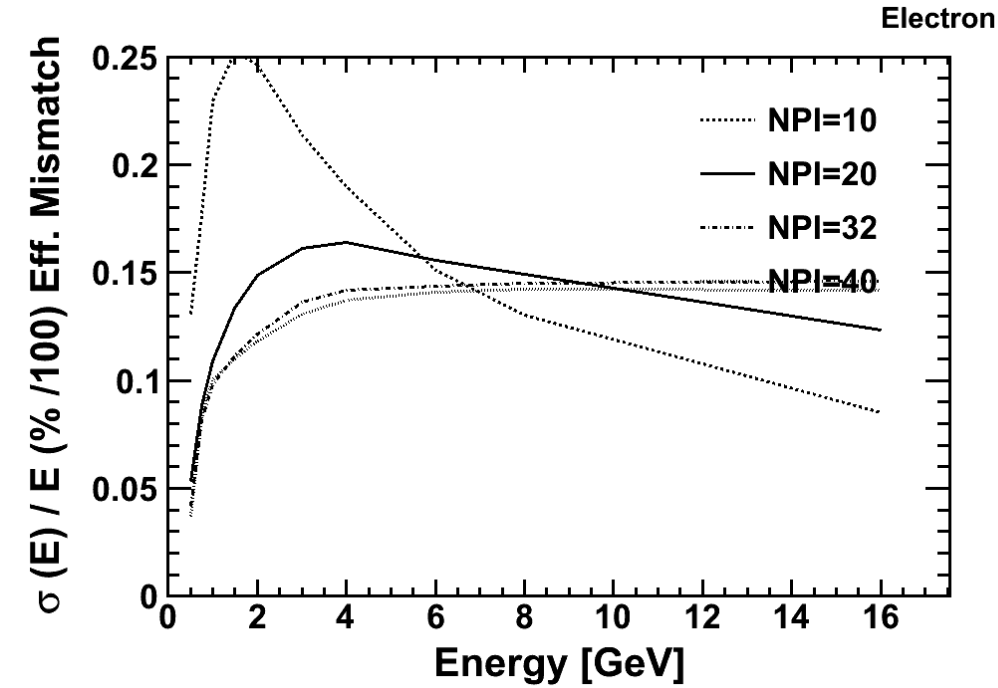
- Calculating energy gives you stat. AND sys. On the screen. Saved is then the quadratic sum.
 - (Attention: at the moment (svn1056) in fedra there is no additional variable to store momentum/energy error of a track/shower. Uncertainty is now **only** written in shower.root file.)
- Different sources have been investigated.
- See the following table for an overview.
 - (Details will be written up in the thesis, also many plots and tables; *explanations will follow here*)

	DEPENDS ON ENERGY ??	DEPENDS ON NPLATES ??	E/G IMPACT ??	PRIORITY	Sample Resolution/E gamma @ 1GeV@20PI	Sample Resolution/E Electron @ 4GeV@20PI	
FROM THE SCANNING METHOD							
EFFICIENCY MISMATCH	YES	YES	NO	HIGH	0.12	0.16	
BG LEVEL	YES	YES	YES	HIGH	?	?	
NPL, Before,After match	YES	YES	NO	MIDDLE	0.026	0.081	
DISALIGNMENT	YES	YES	NO	(SKIP)	-	-	
FROM THE RECO METHOD							
E/G MISMATCH	YES	YES	NO	LOW	0.04	0.03	
Shower Alg							
FROM THE Multivariate METHOD							
N TRAININGS CYLCES	YES	YES	NO	LOW	-	-	
N TRAININGS EVENTS	YES	YES	NO	LOW	-	-	
TYPE TRAININGS FILE	YES	YES	NO	MIDDLE	-	-	
Cycles&Events(File fixed)	YES	YES	NO	LOW	0.012	0.0068	
FROM THE MONTE CARLO METHOD							
QUALITY CUT	-	-	-	LOW	?	?	
SHOWER PARAMETRISATION	-	-	-	(SKIP)	-	-	
ESTIMATED SUM SYST. (+linear, i.e. Overestimated a bit)					<0.33	<0.4	
STATISTICAL					0.48	0.38	

E: Systematics

- Show uncertainties from different sources.
- Electrons left, Photons right.
- (Tables with full valueset will be put later)
-
- Take Care of different Y-axis scaling!

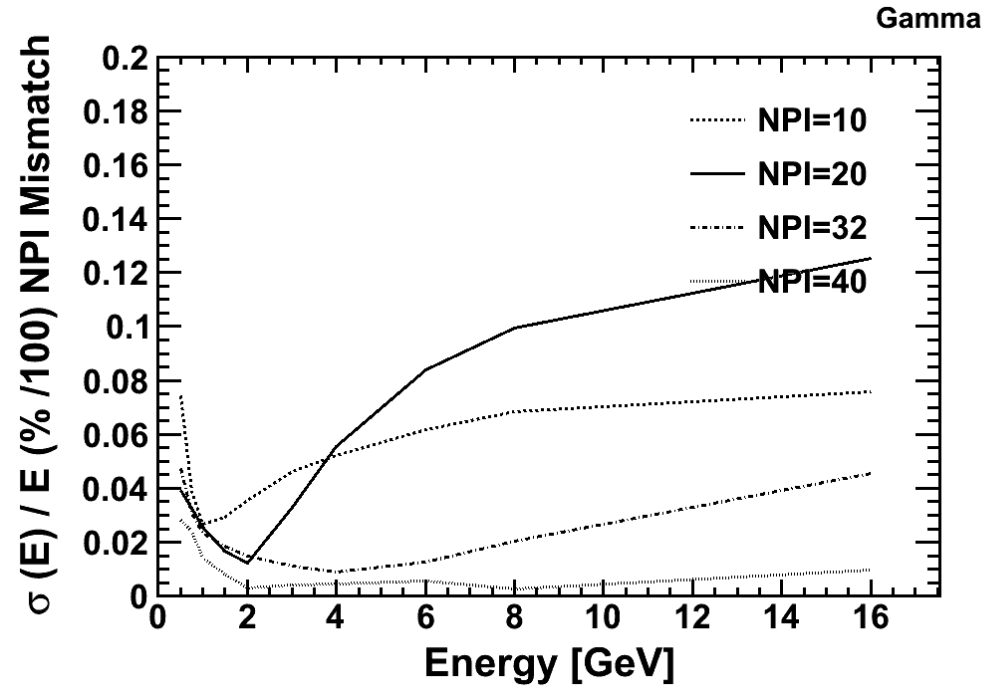
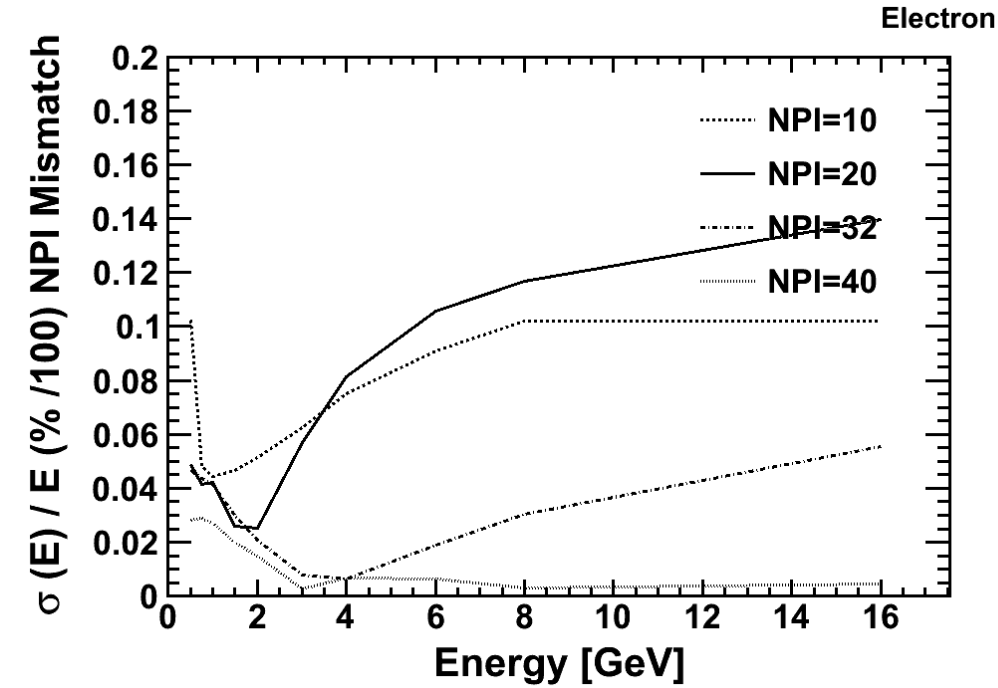
E: Systematics: Eff mismatch



Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16	32	64
10	0.13	0.18	0.23	0.25	0.25	0.21	0.19	0.15	0.13	0.085	0.051	0.028
12	0.099	0.13	0.18	0.21	0.22	0.2	0.18	0.15	0.14	0.096	0.059	0.032
14	0.054	0.11	0.15	0.18	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.098	0.054	0.025
16	0.052	0.099	0.13	0.16	0.18	0.18	0.17	0.16	0.14	0.11	0.059	0.027
18	0.05	0.088	0.11	0.14	0.16	0.17	0.17	0.16	0.15	0.11	0.059	0.025
20	0.053	0.088	0.11	0.13	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.12	0.062	0.022
23	0.053	0.084	0.1	0.12	0.13	0.15	0.16	0.15	0.15	0.13	0.07	0.029
26	0.04	0.079	0.1	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.058	0.017
29	0.053	0.088	0.11	0.12	0.12	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14	0.064	0.018
32	0.042	0.082	0.098	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.068	0.029
35	0.036	0.083	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.068	0.023
40	0.037	0.084	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.072	0.02
45	0.022	0.068	0.091	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.067	0.023

Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16	32	64
10	0.066	0.11	0.16	0.21	0.22	0.21	0.19	0.17	0.15	0.1	0.061	0.03
12	0.063	0.11	0.15	0.18	0.19	0.19	0.18	0.16	0.15	0.11	0.069	0.036
14	0.071	0.099	0.13	0.17	0.18	0.18	0.18	0.17	0.15	0.11	0.066	0.033
16	0.064	0.1	0.13	0.15	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.12	0.068	0.028
18	0.059	0.093	0.11	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12	0.071	0.029
20	0.081	0.099	0.12	0.14	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.13	0.076	0.036
23	0.071	0.092	0.11	0.12	0.13	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	0.073	0.031
26	0.079	0.099	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14	0.063	0.022
29	0.089	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.064	0.017
32	0.067	0.091	0.1	0.12	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.069	0.023
35	0.079	0.091	0.1	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.067	0.021
40	0.076	0.094	0.1	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.059	0.026
45	0.072	0.096	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.057	0.011

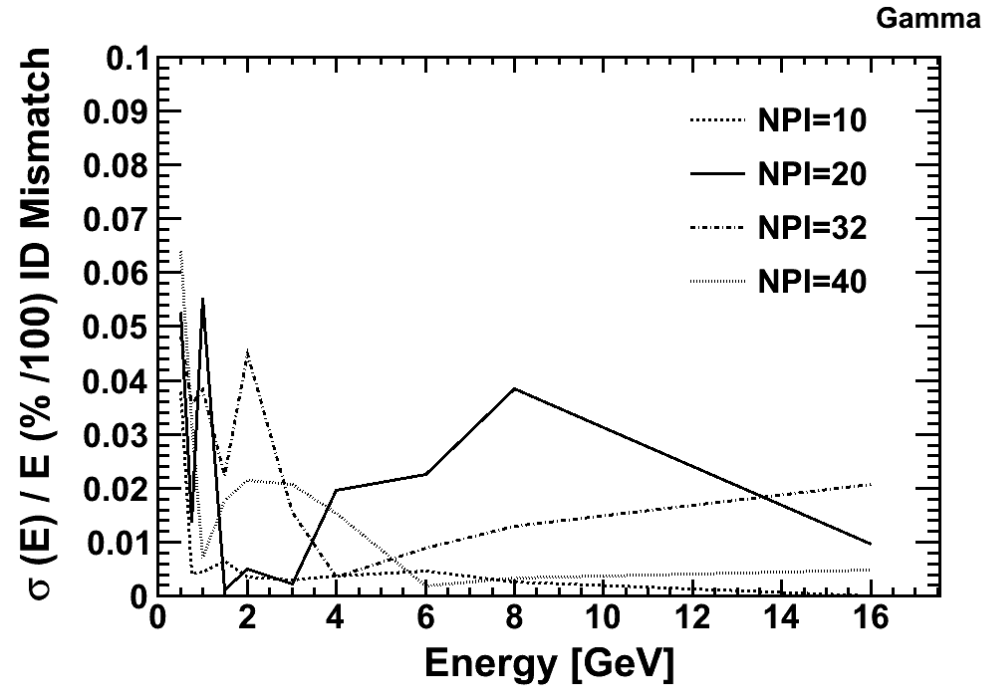
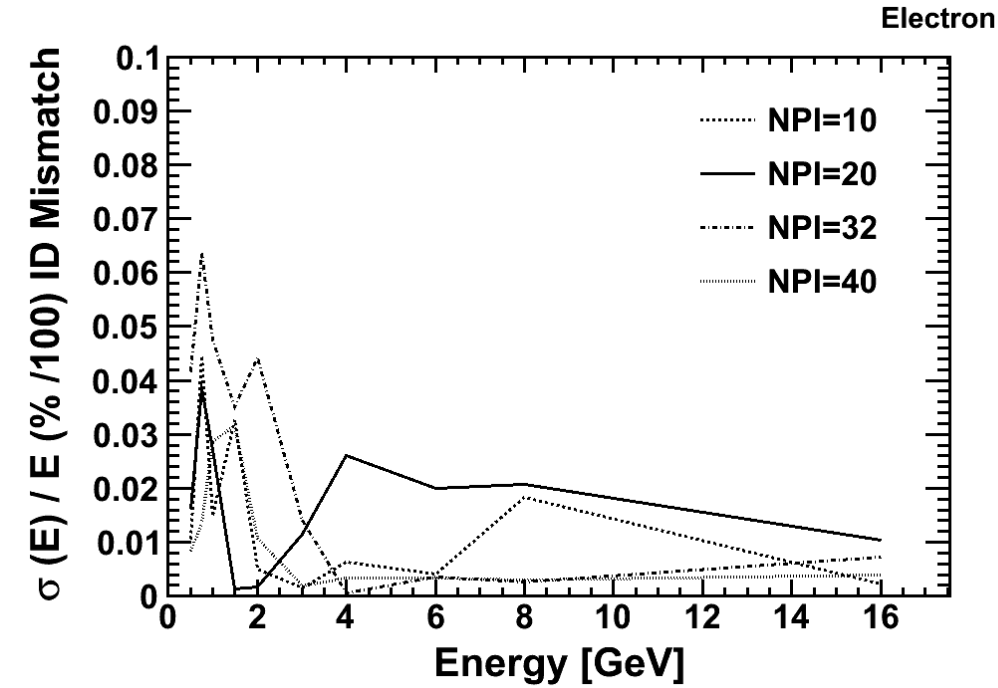
E: Systematics: NPL mismatch



Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16
10	0.1	0.053	0.055	0.067	0.084	0.11	0.14	0.19	0.21	0.18
12	0.067	0.032	0.063	0.11	0.15	0.18	0.21	0.24	0.26	0.24
14	0.049	0.033	0.044	0.087	0.12	0.16	0.19	0.23	0.25	0.24
16	0.06	0.036	0.033	0.052	0.085	0.13	0.15	0.17	0.19	0.2
18	0.054	0.036	0.027	0.027	0.056	0.098	0.12	0.15	0.17	0.2
20	0.058	0.046	0.044	0.029	0.035	0.073	0.1	0.14	0.15	0.18
23	0.054	0.048	0.043	0.025	0.014	0.034	0.057	0.087	0.1	0.15
26	0.079	0.069	0.062	0.042	0.024	0.015	0.031	0.06	0.077	0.12
29	0.044	0.049	0.047	0.031	0.019	0.0051	0.015	0.041	0.058	0.098
32	0.051	0.046	0.043	0.031	0.022	0.0082	0.0073	0.023	0.037	0.069
35	0.12	0.095	0.077	0.05	0.033	0.017	0.0089	0.013	0.023	0.052
40	0.035	0.032	0.03	0.023	0.018	0.0085	0.0083	0.0064	0.0066	0.021
45	0.1	0.08	0.065	0.045	0.031	0.02	0.014	0.0088	0.0064	0.0095

Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16
10	0.074	0.04	0.03	0.042	0.056	0.078	0.092	0.12	0.13	0.15
12	0.038	0.019	0.024	0.065	0.098	0.14	0.17	0.2	0.22	0.23
14	0.042	0.032	0.02	0.039	0.069	0.12	0.15	0.19	0.22	0.23
16	0.031	0.022	0.015	0.022	0.045	0.09	0.12	0.15	0.17	0.19
18	0.044	0.035	0.022	0.011	0.024	0.062	0.089	0.12	0.14	0.17
20	0.045	0.038	0.03	0.018	0.014	0.042	0.07	0.11	0.13	0.16
23	0.062	0.038	0.026	0.016	0.012	0.019	0.035	0.062	0.08	0.13
26	0.052	0.039	0.025	0.017	0.014	0.0096	0.018	0.041	0.058	0.1
29	0.085	0.051	0.037	0.028	0.022	0.012	0.01	0.026	0.04	0.081
32	0.049	0.032	0.025	0.02	0.016	0.011	0.0091	0.015	0.025	0.054
35	0.082	0.059	0.045	0.031	0.022	0.014	0.0091	0.0074	0.016	0.04
40	0.066	0.051	0.04	0.027	0.02	0.012	0.0073	0.0056	0.0042	0.018
45	0.18	0.13	0.1	0.066	0.049	0.031	0.021	0.01	0.0045	0.0094

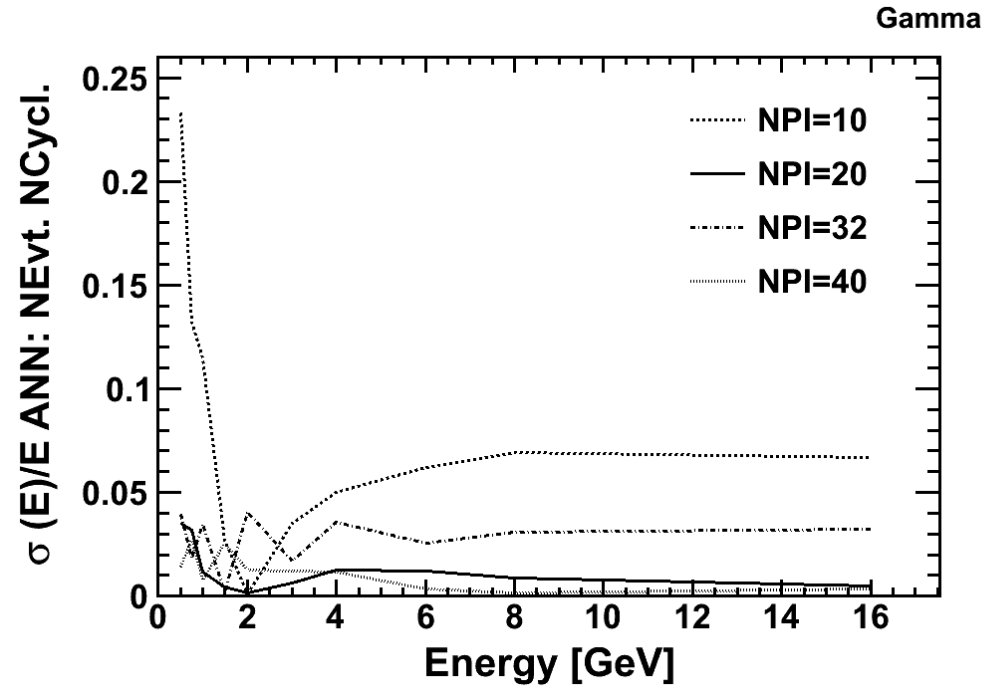
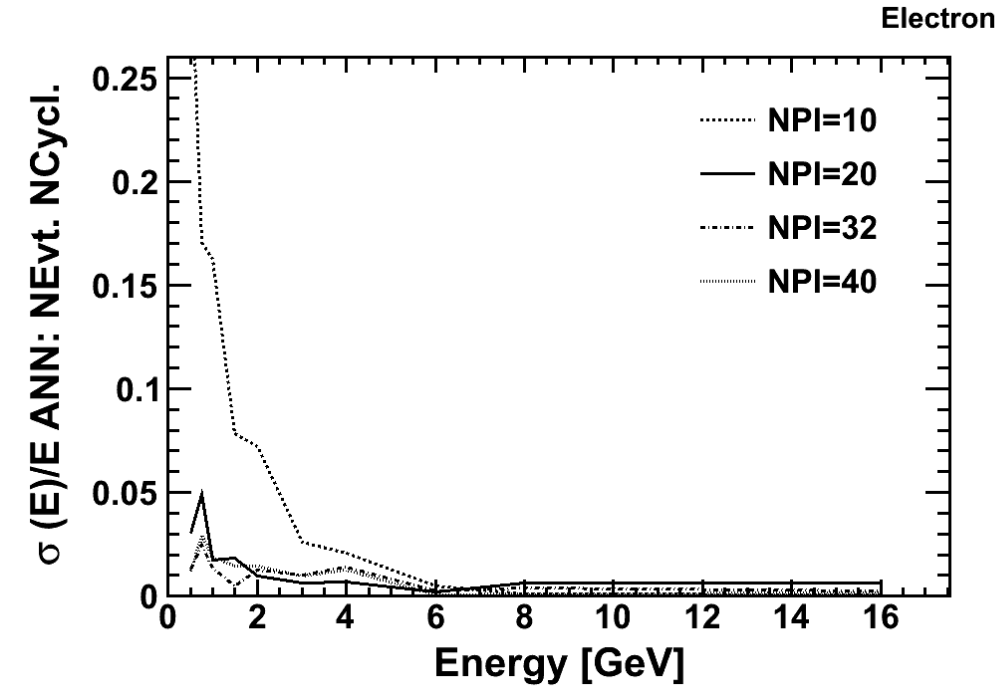
E: Systematics: ID mismatch



Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16
10	0.011	0.045	0.015	0.033	0.0049	0.0016	0.0063	0.0041	0.018	0.0022
12	0.048	0.022	0.011	0.051	0.086	0.091	0.089	0.011	0.073	0.05
14	0.13	0.032	0.008	0.029	0.061	0.079	0.08	0.044	0.067	0.034
16	0.042	0.043	0.012	0.0012	0.023	0.04	0.043	0.031	0.012	0.023
18	0.048	0.061	0.041	0.005	0.0051	0.018	0.034	0.045	0.0024	0.0073
20	0.016	0.038	0.027	0.0013	0.0017	0.012	0.026	0.02	0.021	0.01
23	0.058	0.0043	0.035	0.0052	0.017	0.0039	0.0071	0.021	0.016	0.029
26	0.025	0.062	0.055	0.045	0.037	0.0016	0.0016	0.015	0.018	0.024
29	0.043	0.043	0.022	0.014	0.028	0.004	0.00087	0.0032	0.0033	0.003
32	0.042	0.064	0.047	0.035	0.044	0.014	0.00063	0.0036	0.0027	0.0073
35	0.03	0.02	0.014	0.033	0.025	0.0099	0.0055	0.0054	0.00013	0.011
40	0.0083	0.014	0.029	0.032	0.011	0.0019	0.0034	0.0033	0.003	0.0039
45	0.059	0.039	0.035	0.034	0.038	0.022	0.0045	0.0037	0.0055	0.0048

Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16
10	0.038	0.0041	0.0045	0.0066	0.0036	0.003	0.0037	0.0047	0.0026	5.5e-05
12	0.0052	0.034	0.011	0.077	0.092	0.11	0.093	0.019	0.088	0.062
14	0.034	0.029	0.032	0.019	0.049	0.076	0.084	0.037	0.066	0.044
16	0.062	0.053	0.0023	2.7e-05	0.02	0.021	0.035	0.039	0.016	0.031
18	0.046	0.056	0.05	0.0046	0.013	0.02	0.038	0.035	0.0086	0.0043
20	0.053	0.014	0.055	0.0012	0.0051	0.0022	0.02	0.023	0.038	0.0096
23	0.044	0.043	0.025	0.0066	0.023	0.0031	0.0055	0.021	0.024	0.028
26	0.055	0.076	0.058	0.061	0.039	0.004	0.0036	0.0066	0.024	0.026
29	0.033	0.032	0.029	0.017	0.018	0.003	0.0027	0.00024	0.0086	0.0096
32	0.048	0.036	0.038	0.022	0.045	0.016	0.0035	0.0088	0.013	0.021
35	0.03	0.027	0.025	0.022	0.037	0.01	0.012	5.2e-05	0.0091	0.013
40	0.064	0.032	0.007	0.018	0.021	0.021	0.015	0.0019	0.0034	0.0049
45	0.035	0.044	0.029	0.042	0.035	0.025	0.0025	0.0032	0.0054	0.0032

E: Systematics: ANN uncertainty



Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16
10	0.32	0.17	0.16	0.078	0.072	0.026	0.021	0.0051	0.00096	0.00072
12	0.1	0.005	0.05	0.012	0.03	0.017	0.021	0.013	0.014	0.012
14	0.0032	0.018	0.0067	0.021	0.019	0.016	0.018	0.0082	0.0074	0.0053
16	0.055	0.036	0.026	0.012	0.022	0.012	0.031	0.024	0.025	0.027
18	0.013	0.037	0.0082	0.011	0.0098	0.0019	0.0092	0.00087	0.0019	0.015
20	0.03	0.049	0.018	0.018	0.0095	0.0065	0.0068	0.002	0.0063	0.0063
23	0.013	0.0092	0.0087	0.0052	0.011	0.0017	0.015	0.0072	0.0087	0.0039
26	0.0082	0.014	0.0074	0.0026	0.0072	0.0029	0.013	0.001	0.00095	0.0072
29	0.012	0.026	0.015	0.011	0.0073	0.0078	0.013	0.0017	0.0022	0.0081
32	0.013	0.025	0.014	0.0051	0.012	0.01	0.014	0.0024	0.0039	0.0024
35	0.0049	0.057	0.0087	0.012	0.0018	0.0049	0.0053	0.00089	0.00055	0.00029
40	0.012	0.029	0.019	0.014	0.015	0.0099	0.012	0.00064	0.0011	0.0014
45	0.0015	0.042	0.013	0.015	0.011	0.01	0.009	8.9e-05	0.00088	0.00085

Energy/NPI	0.5	0.75	1	1.5	2	3	4	6	8	16
10	0.23	0.13	0.11	0.027	0.0012	0.035	0.05	0.062	0.069	0.067
12	0.19	0.092	0.11	0.076	0.11	0.087	0.1	0.083	0.079	0.064
14	0.099	0.39	0.048	0.37	0.091	0.16	0.12	0.077	0.061	0.065
16	0.12	0.039	0.036	0.011	0.038	0.038	0.057	0.051	0.055	0.059
18	0.077	0.06	0.022	0.021	0.041	0.069	0.097	0.098	0.096	0.097
20	0.035	0.032	0.012	0.0046	0.0013	0.0063	0.013	0.012	0.0087	0.0047
23	0.012	0.32	0.03	0.26	0.017	0.18	0.01	0.12	0.12	0.12
26	0.044	0.023	0.013	0.018	0.011	0.0057	0.029	0.032	0.035	0.042
29	0.029	0.013	0.013	0.0012	0.015	0.0057	0.021	0.014	0.013	0.021
32	0.039	0.018	0.035	0.0021	0.04	0.017	0.035	0.026	0.031	0.032
35	0.022	0.018	0.008	0.02	0.019	0.009	0.013	0.001	0.00036	0.001
40	0.014	0.027	0.0076	0.025	0.013	0.012	0.012	0.0033	0.0016	0.0033
45	0.023	0.023	0.0065	0.0091	0.015	0.00047	0.013	0.0014	0.0049	0.0038

E: Systematics: Addition

- As we know, systematic sources are neither totally independent nor totally dependent...
- But to derive an analytical form for the covariance elements is even more impossible in experimental cases (no analytical function to describe the dependencies)
- To calculate ALL variations by means of MC estimates would require too much computing power.
- So tradeoff here: take the sources listed in table and add them
 - Quadratically: $\sigma^{\text{sys_tot}} = \text{QSUM}(\sigma^{\text{sys_i}})$
 - Linear: $\sigma^{\text{sys_tot}} = \text{LSUM}(\sigma^{\text{sys_i}})$
- „True“ error will be in between....
- The more systematic sources considered, the larger the error we get.
- We think that the most important we have investigated...