

Bhabha Tracking Efficiencies

Martin Sobotzik

12.04.2019

Johannes Gutenberg Universität Mainz

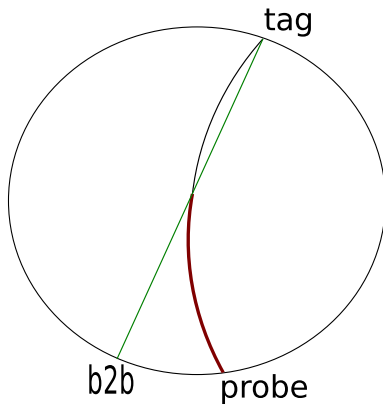
Motivation

- I am performing an analysis to estimate the tracking efficiency on phase 2 data
- The physics case I am considering is Bhabha events
 $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$
- The definition of efficiency I am going to use is:

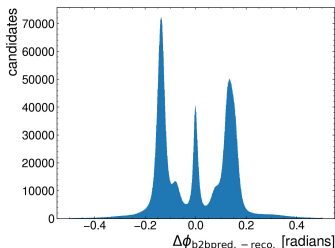
$$\epsilon = \frac{\text{Number of Bhabha events with exactly 2 tracks}}{\text{Number of Bhabha events with 1 or more tracks}}$$

- After selecting Bhabha events where at least one of the tracks was detected, one can look how many times the second one is found
- This idea comes from some plots presented by Sam Cunliffe in previous [tracking](#) and [ECL](#) meetings.

Motivation



Motivation



vpho \rightarrow gamma:probe+gamma:tag

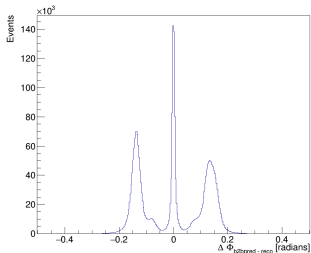
- gamma:probe '(E > 0.1)'
- gamma:tag '(clusterE > 3.0)'
- $0.296706 < \theta < 2.61799 \rightarrow$ It has to hit the ECL
- nCleanedTracks[abs(dz) < 2.0 and abs(dr) < 0.5 and nCDCHits > 0 and pt > 0.15] < 1 \rightarrow bad quality hits

A first attempt

- Fill a list of all the particles with an ECL Cluster associated (gamma)
- Reconstruct a Bhabha event from 2 of these objects
- Select a proper region in the $\Delta\Phi$ plot and check how many times a track was associated to a cluster

```
fillParticleList('gamma:probe','clusterE > 0.1 ',path=mypath)
fillParticleList('gamma:tag','clusterE > 3.0',path=mypath)
reconstructDecay('vpho:cand -> gamma:tag gamma:probe','M > 8.0',path=mypath)
```

Plot on data:



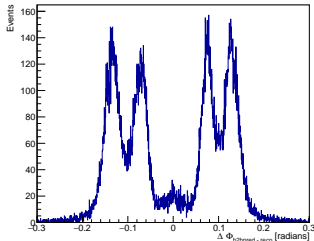
- Prod 6
- /hsm/belle2/bdata
/Data/release-02-01-00
/DB00000438/prod00000006
/e0003/4S/r02*/all/mdst.sub00
/*.root

A first attempt

- Fill a list of all the particles with an ECL Cluster associated (gamma)
- Reconstruct a Bhabha event from 2 of these objects
- Select a proper region in the $\Delta\Phi$ plot and check how many times a track was associated to a cluster

```
fillParticleList('gamma:probe','clusterE > 0.1 ',path=mypath)
fillParticleList('gamma:tag','clusterE > 3.0',path=mypath)
reconstructDecay('vpho:cand -> gamma:tag gamma:probe','M > 8.0',path=mypath)
```

Plot on MC:



- MC11 $ee \rightarrow ee$
- very few vpho reconstructed, no tracks associated to the daughters
- \rightarrow in the framework the gamma list is filled with objects with an ECL cluster and NO track associated
- \rightarrow wrong object to use for our purposes

Learning from experience

- To have a complete list of objects with an ECL cluster associated, one needs to "mix" two different lists, one of gammas and one of electrons

```
fillParticleList('gamma:all','E > 0.01',path=mypath)
fillParticleList('e+:all','clusterE > 0.01', path=mypath)

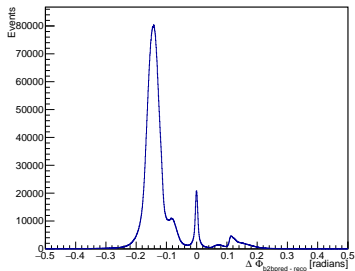
reconstructDecay('vpho:elec -> e+:all','',path=mypath)
reconstructDecay('vpho:gamma -> gamma:all','', path=mypath)

copyLists(outputListName='vpho:ECLObject_unranked',inputListNames=['vpho:elec','vpho:gamma'],path=mypath)
rankByHighest('vpho:ECLObject_unranked','daughter(0,clusterE)',path=mypath)
cutAndCopyList('vpho:ECLObject','vpho:ECLObject_unranked','',path=mypath)

reconstructDecay('vpho:bbhabha -> vpho:ECLObject vpho:ECLObject','M > 8.0',path=mypath)
```

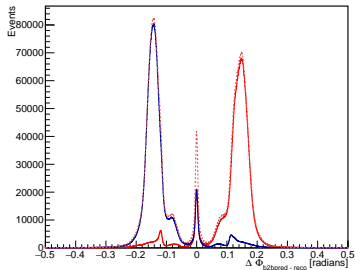
- The electron list does not require a ECL cluster → problem solved with the cut on clusterE
- The framework does not allow to mix lists of different types → problem solved with the "trick" of two intermediate virtual photons
- The ranking is a way for me to have the order of the daughters' under control
- The Bhabha candidates are finally reconstructed starting from 2 ECLObjects

$\Delta\Phi$ distribution, Prodx6



- Plot of $\Delta\Phi$ using the final vpho list
- `daughter_0_b2bClusterPhi - daughter_1_clusterPhi`

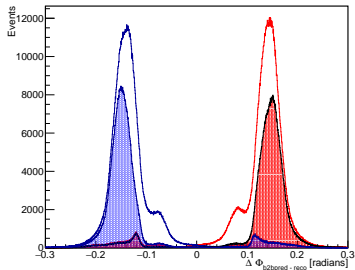
$\Delta\Phi$ distribution, Prodx6



- Plot of $\Delta\Phi$ using the final vpho list
- daughter_0_b2bClusterPhi - daughter_1_clusterPhi
- daughter_1_b2bClusterPhi - daughter_0_clusterPhi
- Added both hists

- After adding the 2 hists I (of course) have double counted the events
- For my studies it would make more sense to concentrate on only one side to avoid double counting

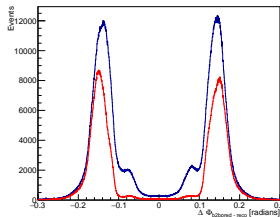
$\Delta\Phi$ distribution, MC11



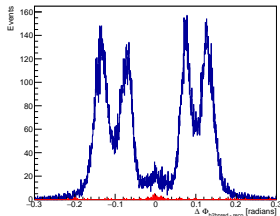
- Plot of $\Delta\Phi$ using the final vpho list
 - daughter_0_b2bClusterPhi - daughter_1_clusterPhi Reconstructed
 - MCTruthMatched
 - daughter_1_b2bClusterPhi - daughter_0_clusterPhi Reconstructed
 - MCTruthMatched
- The difference between reconstructed and MCTruthMatched is caused by inefficiency

$\Delta\Phi$ distribution, MC

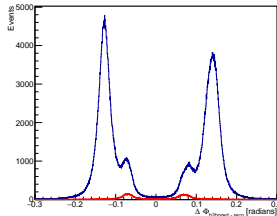
all



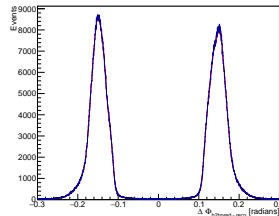
- MC11 $ee \rightarrow ee$ sample
- Reconstructed **blue**
- MCTruthMatched **red**



Two clusters;
No track



Two clusters;
One track

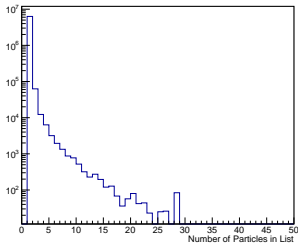


Two clusters;
Two tracks

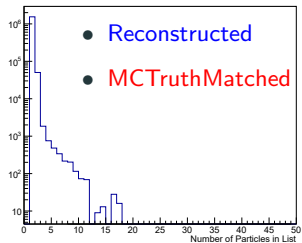
Multiple candidates

- For some events, there is more than one vpho reconstructed
- One needs to select only one vpho per event

Phase 2 Data



MC



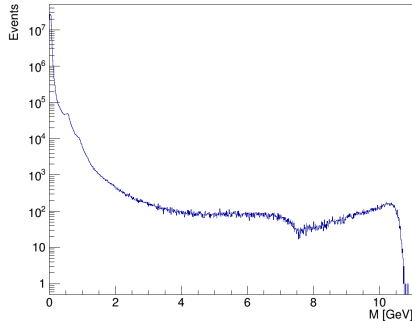
Summary

- After a rough beginning and a lot of gained experience, I am now (hopefully) on the right track
- I hope to provide a first estimation shortly after Easter
- I still need to handle few things before it:
 - Select the best `vpho:bhabha` candidate
 - Define the signal region in the $\Delta\Phi$ plot based on MC

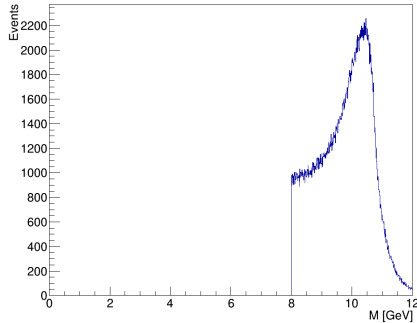
Collection

Als erstes Sams plots nachmachen. Siehe andere Praesentation. Es geht um die triple Peaks und die 2D Delta Phi peaks. (andere presentation) MassenCut von 8 ueberall. Anschliessen ueber MC laufen. Man hat da alles besser unter kontrolle. Problem mit den Listen (siehe presentation). MC muss erst komplett verstanden werden. Es sollte eigentlich nur vpho pro event geben. → viel background. Erhoehe den MassCut von 8 auf 9 GeV.

Es gibt auch einen Unterschied zwischen b2bPhi und b2bClusterPhi. bei b2bPhi wird noch beruecksichtigt um welches teilchenes sich gehandelt hat. Folglich wird auch die Krümmung der Elektronen im Magnetfeld beruecksichtigt. Was wir aber wollen, um den nterschied zu bestimmen ist b2bphi. siehe skizze. bei der skizze muss auch beachtete werden, dass eigentlich ins schwerpunktsystem geboostet wird dann der b2b angle bestimmt wird und dann wieder zurueck geboostet wird. das ist wichtig, weil der boost nicht genau entlang der x achse verlauft.

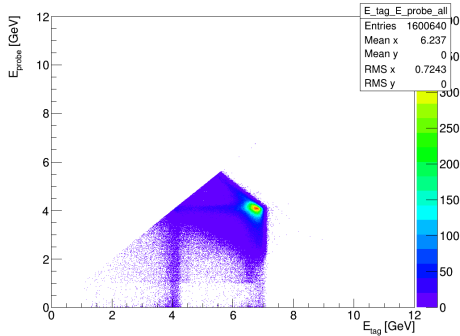


Masse des virtuellen Photons im Bhabha Event. Logarithmische Skala aufgrund des starken Backgrounds fuer kleine Massen. Als erstes wurde ein sehr grosszuegiger Cut mit M groesser als 8GeV gewaehlt um das Verhalten von MC besser zu verstehen.

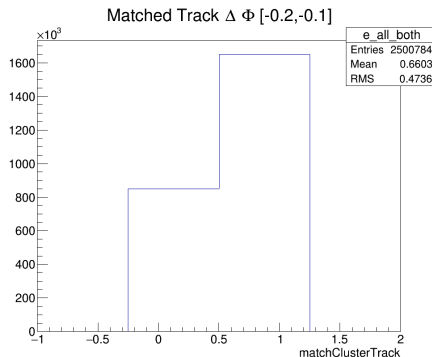


der erstmal einziger Cut der angewendet wird, um einen grossteil des backgrounds weg zu schneiden.

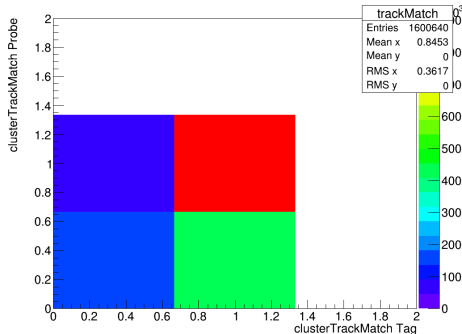
Zu sehen ist ausserdem der Peak bei $M \approx 10$ GeV (*invariante Masse*). Was der schwerpunktenergie des Beschleunigers entspricht. Man kann auch hier noch sehr viel Hintergrund vermuten.



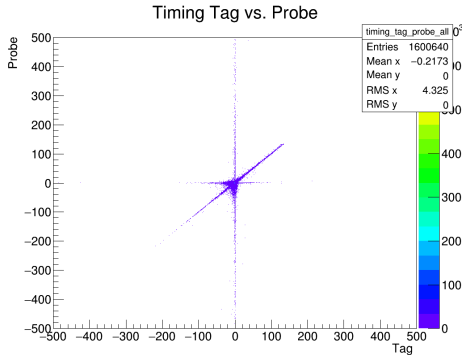
urspruenglich kein Cut auf die daughters damit man alles besser verstehen kann. In dem Plot sieht man dass ranking funktioniert. (kein Probe hat mehr energie als ein Tag) und dass ein cluster energy cut auf die daughters auch sinnvoll ist. auch beide daughters sollten auf clusterE gecutet werden. Dadurch wird automatisch verlangt dass sie den ECL treffen da nur dort cluster entstehen koennen. Ein theta cut wird dadurch nicht mehr benoetigt .



erste efficiency auf MC. Events mit 2 tracks und 2 cluster rechts und events mit 2 cluster und 1 tracks links. Plot vor nCandsCut (also noch viele nCands vpho pro event) plot vor energy und time cut auf die daughters. pi mal daumen ist das eine effizienz von nur rund 70prozent und das waere fatal → hoffentlich ist das meiste durch background verursacht und wird besser mit den weiteren cuts . (sollte wirklich nicht sein). es wurde auf die triple delta phi plots geschnitten. Es wurde sich



immer noch vor energy timing nCand vpho Cuts. es geht hier darum wenn duahgter 1 einen track hat, hat daughter 0 dann auch einen und anders herum. Meistens haben beide einen Track (gut das ist effizienz). Das naechst haeufigste ist dass beide keinen Track besitzen. Davon gibt es mehr Eintraege als das Probe einen Track hat und Tag nicht. (Pures bhabha sample).



clusterTiming fuer probe und tag. in [ns?] komische struktur. Wieder vor allen energy timing nCand vpho Cuts. $M(vpho)$ groesser als 9GeV. Diagonale kommt mir komisch vor. Ich nehme mal an, dass die events an denen ich interessiert bin, sich um die 0,0 befinden.

Verbesserung der Cuts

Es muessen eindeutig Cuts eingefuehrt, bzw verbessert werden.

Deswegen erstmal den MassenCut erhoehen. Einen EnergieCut auf die daughters einfuehren. Cuts aufs Timing.

Und dann nochmal nCands plotten und hoffen, dass es deutlich runter geht.