

出國報告(出國類別:考察)

奧地利木材收穫技術及木材產業鏈考察

服務機關：行政院農業委員會林務局

姓名職稱：王 芳 技正

簡志光 技士

派赴國家：奧地利、匈牙利

出國期間：108 年 9 月 30 日至 10 月 11 日

報告日期：109 年 1 月

目次

摘要	1
壹、目的	2
貳、考察行程與參與人員	3
參、奧地利林業發展與林業教育概況	7
肆、活動行程紀要	28
伍、考察心得	104
陸、建議事項	106
柒、感謝	109
附錄	110

摘要

奧地利森林面積約402萬公頃，占國土面積47.9%，然因西南境有阿爾卑斯山脈橫貫，約70%土地高於海拔500公尺，最高點海拔3,798公尺，地形陡峭，與臺灣的森林環境極為相似。奧地利森林蓄積量約11.7億立方公尺、年生長量約2,970萬立方公尺、年伐採量約2,620萬立方公尺，木材自給率100%，木材貿易為高度出口導向，約有70%外銷至歐盟、美國及日本等國家，透過森林帶動的相關產業，可提供30萬個就業機會，為僅次於旅遊業的第二大產業。

歸納奧地利林業發展成功主要原因，以健全的林業教育與訓練體系為其發展成功關鍵，在奧地利從事林業工作者必需通過職能認證，可分為六種職能、九種取得認證途徑及六類教育訓練機構，提供想要從事林業工作者多元就業管道與專業能力，進而帶動產業發展的良性循環。同時奧地利非常重視森林教育，強調在森林中學習森林，於2001年起建置「森林對話平臺」，透過公眾參與，據以制定各項林業政策及森林經營計畫，及明確之森林永續經營準則與指標，可具體落實在全球、國家及地區的空間尺度，及現在與未來的時間尺度上。另外奧地利積極發展高性能林業機械，運用高科技及有效率的整合林業相關產業鏈，如利用木材餘料作為生質能源利用，創造出產業的國際競爭力。

本次考察併同國立宜蘭大學108年執行之農業高科技人才培育科技計畫，及農村再生基金-山村綠色經濟永續發展計畫項下-山村林業生產技術人才培力與集材省工技術推廣計畫共同辦理。考察團員來自產官學研界共22位，除林務局人員及各計畫主持人外，其他自行報名參加團員之國外旅費以自費方式辦理；考察行程以北奧地利Traunkirchen林業訓練中心(簡稱FBZ)訓練課程為主，課程內容包括奧地利森林及林業發展現況、中歐木材市場銷售現況、陡坡集材架線之理論與實務、林業機械虛擬實境模擬機操作、林業訓練中心營運及設備介紹，同時也參訪了奧地利CLT製材跨國企業(Hasslacher norica timber)、居興鎮(Gussing)生態能源場，及參觀林業機械展(AustroFoma 2019)及部分團員參加於匈牙利Sopron舉辦之Formec國際林業工程研討會。

由於奧地利的林業發展相當成功，為全球有目共睹，本次考察不論是訓練中心的師資、課程、設備及與我們同一時間也在訓練中心實習的在地高中學生(年齡約16歲)，或是參觀每四年舉辦一次的國際林業機械展，都讓團員們大開眼界，期望本次考察所帶回及整理之資料，可提供國內振興林產業發展之參考。

壹、目的

依據 107 年舉辦第 6 次全國農業會議結論，國內木材自給率希於 10 年內達 5% 之目標(目前自給率不到 1%)，惟國內自民國 78 年起全面禁伐天然林，林業生產也暫告停頓，使得國內具林業生產技術者逐漸凋零，技術體系流失，並與後端木材加工製造業產生斷鏈情形，且過去臺灣林產業欠缺政策關注，長期處於低迷狀態，造成林地荒廢或轉作其他使用等問題，從國家戰略思維及地球公民義務來看，臺灣建立自有的人工林產業已刻不容緩。

專業與優秀的人才資源，是攸關產業得以永續發展之關鍵。歐洲各國對於林業人才之培育領先全球，尤以奧地利為首。奧地利林業經營積極落實國際規範，於林業人才之培育成效顯著，深受國際肯定。且奧地利的森林環境為山高坡陡與臺灣極為相似，天然林也是禁止伐採，因國家人口密度較低，同樣面臨勞動人力老化與工資成本上升等問題，因此積極發展高性能林業機械，並運用高科技於木材生產收穫作業，整個木材產業鏈從伐木集材到製材加工，一方面減少勞動力，另一方面提升作業效率，有效降低生產成本，使其林產品具有國際競爭力，應該有許多值得學習借鏡之處。

因此藉由本次考察，希望瞭解奧地利林業人才培訓機制，與實地參與林木收穫作業訓練，並收集高性能林業機械相關資訊，及瞭解奧地利木材產業鏈概況，以提供國內林業發展參考。雖然臺灣與奧地利相比較仍然有許多先天不良的環境因素，我們的颱風多、降雨量集中，地震也多，但是臺灣有 60% 以上的土地是森林，更需要妥善且永續來經營，使森林產生的惠益讓全民共享，這是所有從事林業工作者最神聖的使命！

貳、考察行程與參與人員

一、考察行程

本次考察地點主要為奧地利林業訓練中心，另有部分團員參加位於匈牙利尚普朗 Formec國際林業研討會，其行程內容如表1。

表1:參訪行程 108年9月30日至10月11日

日期	地點	活動與行程
9月30日 (星期一)	桃園機場 → 維也納機場	搭機前往奧地利維也納機場
10月1日 (星期二)		
10月2日 (星期三)	特勞恩基興、 薩赫森堡 Traunkirchen & Sachsenburg	上午：訓練中心設施簡介 介紹特勞恩基興林業訓練中心FBZ (Forestry Training Center Traunkirchen)訓練設施與課程說明，並參觀硬體設施及教室，熟悉學習環境。
		下午：參訪 Hasslacher norica timber 製材公司 至薩赫森堡(Sachsenburg)參訪製材公司，廠區約33公頃，為該公司行政區及原木製材與集成材生產部門，另距離約50公里外的黑爾馬戈爾(Hermagor)廠區為直交集成板(CLT)的生產部門。
10月3日 (星期四)	特勞恩基興 Traunkirchen	上午：訓練課程 Cable yarding systems 由Mr. Huber介紹架線集材系統之技術演進、系統種類、組成部件種類，及各種不同變化的作業方式與相關規範，並至林地現場觀摩上坡集材的實際運作。
		下午：訓練課程 Forest and Timber industry in Austria 由Mr. Sperrer介紹奧地利森林及林業現況，目前面臨問題與因應方式，並至戶外學習瞭解不同時期之架線集材系統與搬器，以實體講解設計理念、內部結構與操作原理。

日期	地點	活動與行程
10月4日 (星期五)	特勞恩基興 Traunkirchen	<p>上午：訓練課程 訓練中心營運簡介</p> <p>由 Mr. Huber 介紹訓練中心課程設計、營運模式、合作夥伴及訓練對象，並運用訓練中心內設置之塔式集材機擬真模型，示範三捲筒系統運作，以及遙控操作要領後，至林地現場實習曳引機動力的塔式集材機，包括塔柱架設及架線集材作業。</p>
		<p>下午：訓練課程 塔式集材機作業現場觀摩</p> <p>至林地現場體驗塔式集材機與收穫機整合系統之下坡集材實際運作。</p>
10月5日 (星期六)	特勞恩基興 Traunkirchen	<p>上午：訓練課程 林木收穫機模擬器操作</p> <p>使用訓練中心之模擬器，進行林木收穫機與木材裝載機模擬操作訓練。</p>
		<p>下午：訓練課程 Basic of log yarding</p> <p>由Mr. Sperrer介紹架線集材之基本原理，將系統設計力學原理以數據化方式呈現，並概述如何在保障安全情況下依現地狀況判斷及架設集材系統。</p>
10月6日 (星期日)	特勞恩基興→ 尚普朗(匈牙利) Traunkirchen→ Soporon	<p>參訪 Pyramidenkogel Tower 木結構景觀臺</p> <p>參訪奧地利濱湖科伊查赫(Keutschach am See)的木結構景觀塔，由16支集成材柱作為主結構，呈橢圓排列、螺旋上升，含天線塔高100公尺，為極具代表性的現代木構造建築。</p>
10月7日 (星期一)	尚普朗(匈牙利) Soporon	<p>參加 Formec 國際林業研討會(行程 1，部分人員參加)</p> <p>Formec 為林業界相當具有代表性的研討會，自 1966 年舉辦第 1 屆會議，至 2019 年已舉辦 52 屆，本次並與森林工程學會 COFE(Council of Forest Engineering)共同擴大舉辦。</p> <p>參訪 Sopron Botanical Garden(行程 2，部分人員參加)</p> <p>參訪匈牙利尚普朗大學植物園及伊莉莎白公園，尚普朗大學有教育、經濟、林學、木材科學等四個學院，校內植物園擁有包含歐陸及北美多種針葉樹種，林學及木材科學院內也公開展示植物標本及林業機械。</p>

日期	地點	活動與行程
10月8日 (星期二)	尚普朗(匈牙利) → 奧地利Burgenland	參訪 Gussing 能源村 參訪奧地利 Gussing 鎮生態能源場域，Gussing 為老城鎮，曾因交通不便且受冷戰時期鐵幕邊境封鎖影響，發展落後，為翻轉小鎮，利用既有森林資源與有機農林廢料生產能源，乾淨且較低廉的能源不僅免除外購化石燃料成本，也吸引相關林產業加入此生產體系。
10月9日 (星期三)	奧地利 Forchtenstein	參訪 2019 AustroFoma 林業機械展 奧地利 AustroFoma 林業機械展四年辦理一次，與瑞典 ELMIA WOOD、德國 KWF 並列，為全球最具規模的林業機械展之一，並且較側重於架線集材技術，本次為第 13 屆展覽，在奧地利弗爾希滕施泰因(Forchtenstein)舉辦，讓參觀者能體驗到在真實作業環境下展示的林業機械，並能就採伐、集運和物流技術進行交流。
10月10日 (星期四)	維也納機場→	返程
10月11日 (星期五)	桃園機場	

二、考察人員名冊(表 2)

	姓名	服務單位	職稱
1	卓志隆	國立宜蘭大學森林暨自然資源學系	教授(本次考察團團長)
2	羅盛峰	國立宜蘭大學森林暨自然資源學系	副教授兼系主任
3	郭佩鈺	國立宜蘭大學森林暨自然資源學系	助理教授
4	黃文哲	國立宜蘭大學森林暨延文實驗林場	技工
5	吳四印	國立宜蘭大學森林暨自然資源學系	教授(退休)
6	吳志鴻	國立中興大學森林學系	教授兼系主任
7	楊德新	國立中興大學森林學系	教授
8	莊閔傑	國立臺灣大學實驗林管理處	助理研究員
9	王芳	行政院農業委員會林務局	技正
10	簡志光	原於花蓮林區管理處現調任嘉義林管處	技士
11	戴正峯	行政院農業委員會林務局羅東林區管理處	技工
12	成璋	行政院農業委員會林業試驗所	助理
13	林家鼎	永在林業合作社	經理
14	周佑任	永泰林業合作社	技術人員
15	蕭宇哲	蘭陽林業生產合作社	技術人員
16	吳沛縉	建築公社	技術人員
17	姚明堯	臺北市林業技師公會	專任助理
18	郭培杰	中華林產事業協會	技術人員
19	郭嘉雯	中華林產事業協會	技術人員
20	宋梧魁	植群生態研究有限公司	負責人
21	王力平	羽林生態股份有限公司	總經理
22	林俊宏	鑫鑫機器廠	總經理

叁、奧地利林業發展與林業教育概況

一、奧地利林業發展概況

(一)奧地利森林資源

1. 森林面積與分布

奧地利為中歐內陸國家，國土面積約 839 萬公頃，森林面積約 402 萬公頃，森林覆蓋率 47.9%，高於歐盟(EU)平均值 38.3%。奧地利森林主要分布於中部及南部地區，北部區域地形較為平緩，以農業用地為主；中部區域為主要的林木收穫區；南部則深入至阿爾卑斯山脈，為 2,000 公尺以上的高山地區。(詳圖 1)

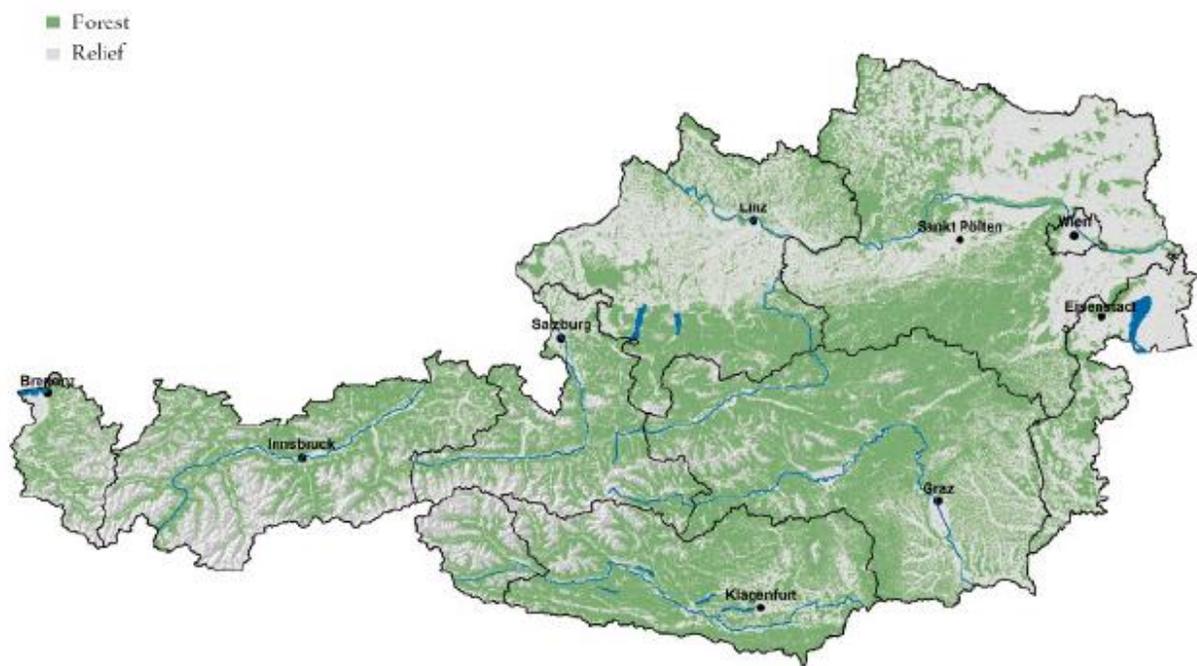


圖 1 奧地利森林分布圖

資料來源：課程講義

以經營屬性來分，奧地利森林約 320 萬公頃為生產性人工林(占森林面積約 80%)，其餘約 80 萬頃為保護林(占森林面積約 20%)。在過去幾十年來全國森林面積不斷成長，自 1961 年至 2010 年，森林面積增加約 30 萬公頃，成長比例約 8%，數量相當可觀。(詳圖 2)。



圖 2 自 1961 年至 2010 年奧地利森林面積增長圖

資料來源：課程講義

2. 按森林所有權及森林擁有人之林地分布

奧地利 82%林地為私有林，僅 18%為國公有林，私有林主擁有的森林面積以小於 3 公頃的林場數量為最高(37.9%)，其次為 5-20 公頃(33.2%)，第三為 3-5 公頃(18.0%)，也就是約 88%以上的私有林場面積為 20 公頃以下，大於 200 公頃者不到 1%(詳表 3 及圖 3)；若以林地面積來看，大於 200 公頃的私有林場合計面積約占全國森林面積的 22%、小於 200 公頃的私有林場面積合計占 50%、其他 10%私有林為都市林；另外國公有林所占比例分別為聯邦 15%、省有 2%、國有 1%。(詳圖 4)

表 3 奧地利私有林地面積比較表

森林擁有人面積 (公頃)	私有林主數量比例 (%)	序位
小於 3	37.9	1
3-5	18.0	3
5-20	33.2	2
20-50	7.3	4
50-200	2.7	5
大於 200 公頃	0.9	6

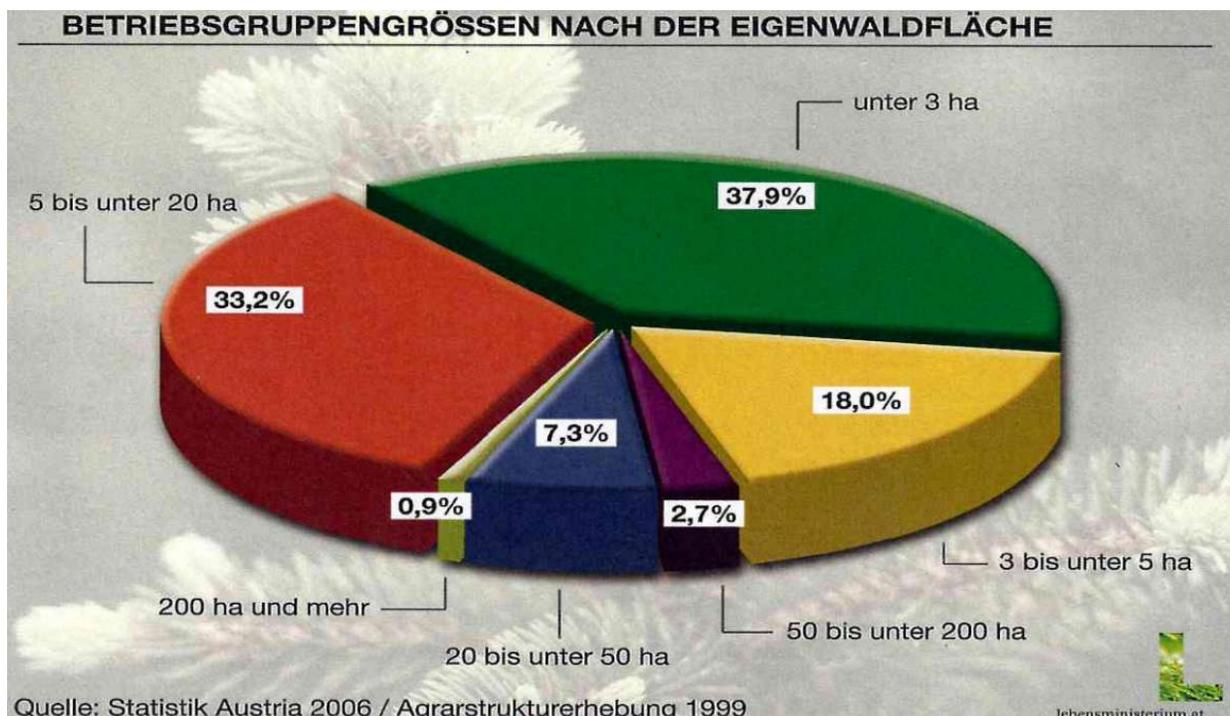


圖 3 奧地利私有林地面積比較表

資料來源：課程講義

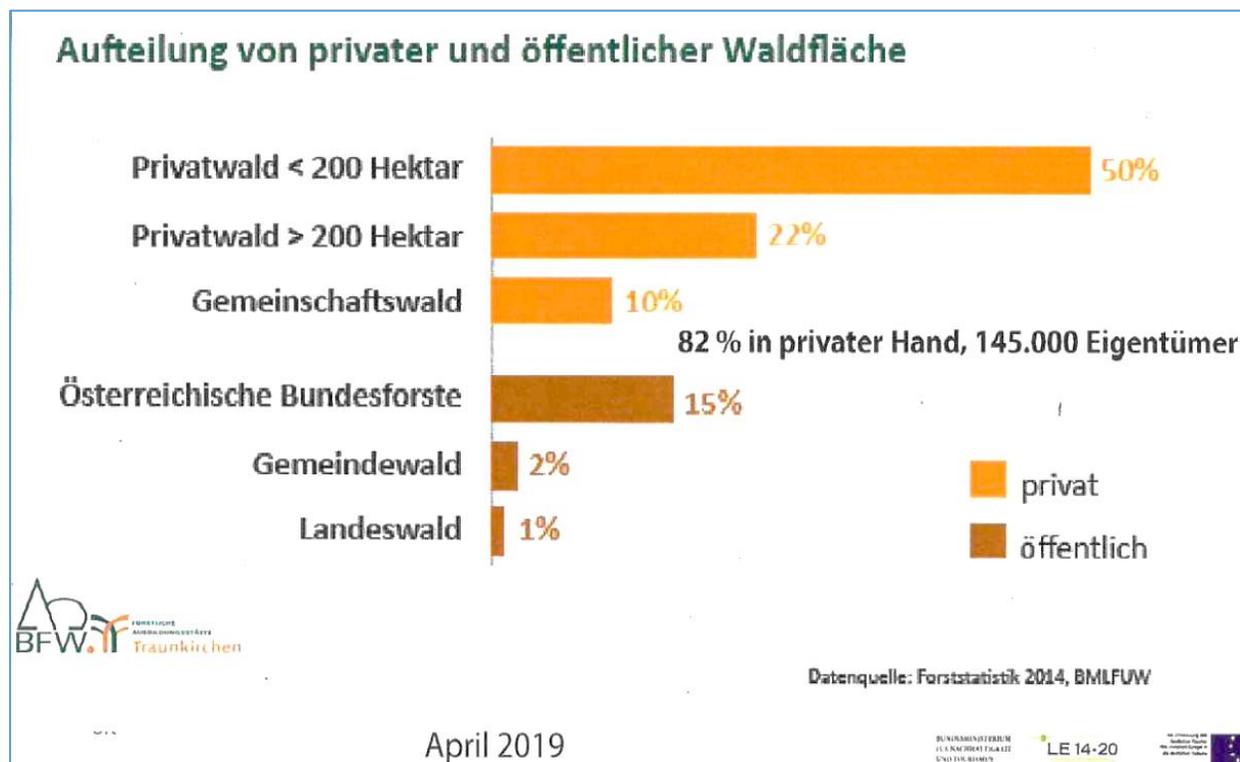


圖 4 奧地利國公私有林地比例及面積比較圖

資料來源：課程講義

3. 奧地利森林蓄積量(Growing stock)

奧地利森林法(Austrian Forest Act)明確定義森林最小面積需超過 1,000 平方公尺，其中一邊須至少為 10 公尺長，木本植物覆蓋率須超過 30%以上。森林蓄積量自 2009 年 11.35 億立方公尺，至 2017 年達到 11.7 億立方公尺，年生長量約為 2,970 萬立方公尺、年伐採量約 2,620 萬立方公尺(整體利用率約 85%)，木材自給率 100%。樹種主要為雲杉、落葉松、冷杉；闊葉樹主要為山毛櫸；平均每位國民擁有 391 棵樹 (<https://gabrielhemery.com/how-many-trees-per-person-pe-country/>)。奧地利森林蓄積量每公頃超過 300 立方公尺，這樣高蓄積量並不只是森林總面積增加，而是因為森林的生產力提升。(詳圖 5)

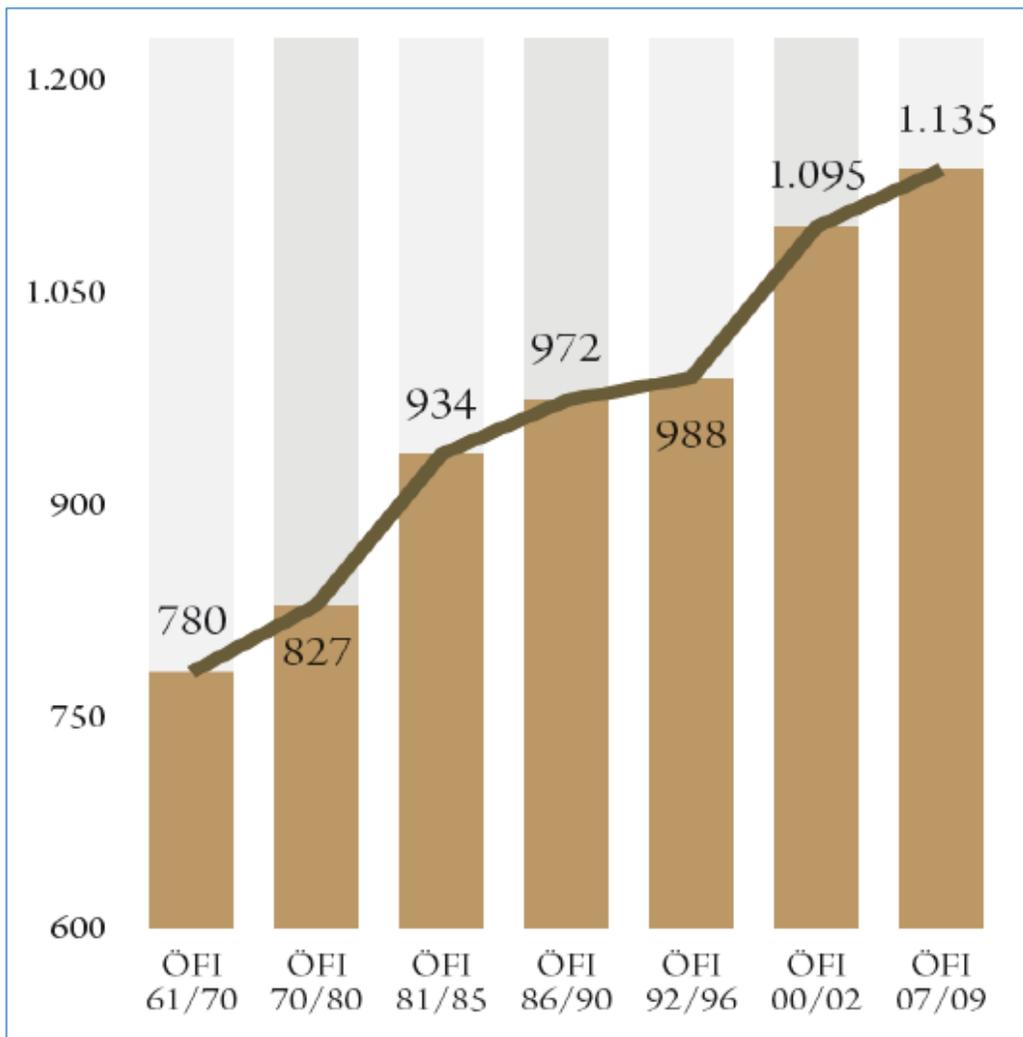


圖 5 自 1961 年到 2009 年森林蓄積量增長圖

資料來源：課程講義

(二)奧地利林業生產概況

1. 從事林業工作者數量

奧地利私有林主約 14 萬 5 千人，從事森林相關產業人員超過 30 萬人，其中約 7 千人是在森林內工作，由於林業機械不斷進步，相對的員工人數也不斷下降；其他主要從事於林業人口約 17 萬 5 千人、收穫公司約 6 千人、木材工業約 2 萬 7 千人、紙業約 8 千人、木結構相關產業約 1 萬 1 千人、木工家具類約 4 萬人、銷售部門約 2 萬 3 千人。

2. 奧地利木材市場

奧地利木材生產以私有林為大宗且以小於 200 公頃的私有林主為最主要生產者(詳圖 6)，生產原木年產值超過 34 億歐元(Austrian forest report, 2015)。奧地利木材工業以出口為導向，每年約有 70%以上的木材輸出世界各國，輸出至歐洲部分以義大利與德國為主，亞洲以日本為主，美洲以美國為主。2013 年森林產業約占 GDP 的 2.5%，淨值約 80 億歐元(約 2,800 億臺幣)。與過去相比，可以見到林產品量的提升，主要仰賴這些小面積林主的產出，這些小面積林主透過兩項主要誘因，包括提高木材單價及增加媒體宣傳，加強其木材生產。

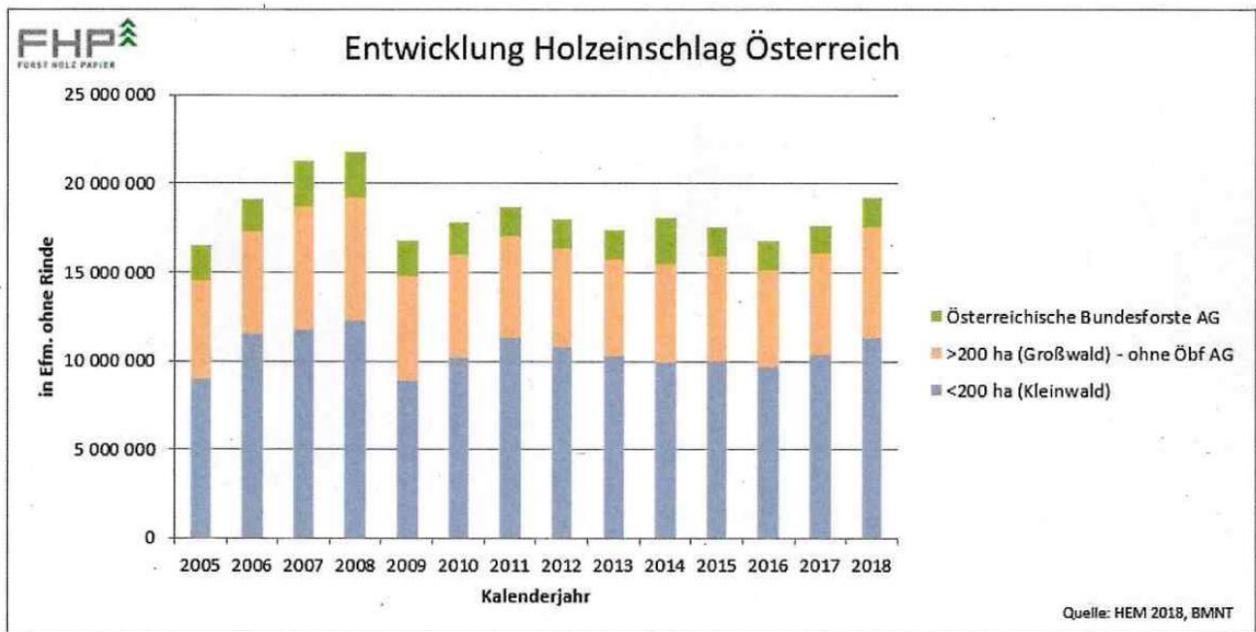


圖 6 奧地利生產原木來源與比例圖

資料來源：課程講義

3. 奧地利林農木材銷售方式

許多小林農生產木材的銷售方式，常藉由大型公司(e.g. Stora Enso, MMG..etc.)與其簽訂契約，每家公司配合方式不同，可包括協助私有林主規劃其森林經營管理、木材販售、已收穫木材代賣及立木估價等，甚至提供免費的林道、搬運設備等，都是按照小林農需求加以配合。以 Stora Enso 公司的服務為例，整個流程可分為八大步驟(詳圖 7)：

- (1)聯絡區域的專業負責人。
- (2)實際走訪林地並提供規劃與建議。
- (3)針對林分組成及木材蓄積量等提供作完整的估算。
- (4)依照林地現況製作林業計畫書。
- (5)針對伐木作業與特定的配合運材廠家(Hauliers)估算費用。
- (6)移出林地的木材與生物質，規劃運往配合的製材廠及紙廠等。
- (7)透明的伐採、運輸、製材量資料，可隨時線上查詢。
- (8)將所有的花費與收益都詳細列表，以利私有林主快速瞭解整體花費，並按契約上的價目收費。

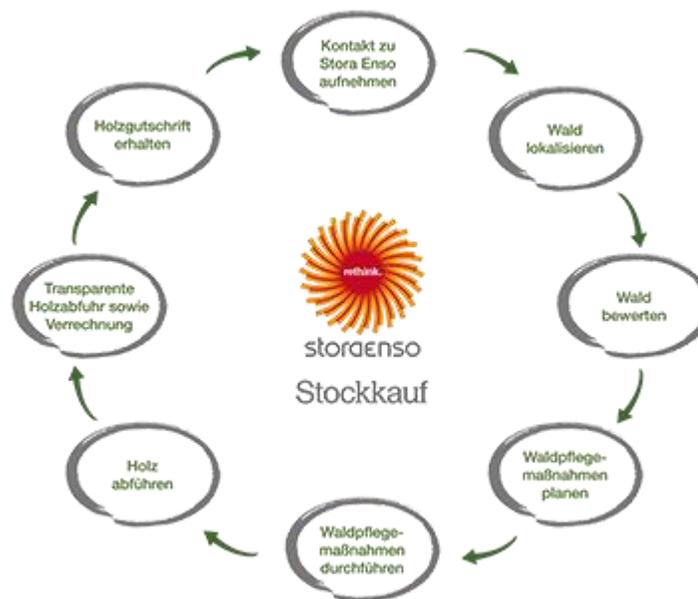


圖 7 大型林業公司對於小型私有林農的代管服務步驟

<http://storaensowald.at/dienstleistungen/stockkauf/>

4. 奧地利製材業

製材業是奧地利相當具規模的產業，約 1,000 家公司，員工人數多達 6,000 人以上，前八大製材公司占了整個製材業 90%產出量，剩下 10%則是其餘約 960 家小型公司產出，2017 年製材量合計約為 960 萬立方公尺。另外值得一提的，滑雪產品是奧地利特有的產業，不論在經濟或文化上都有其特殊意義，未來更是看好中國市場對其需求，因為在中國有三億人口對於此項冬季奧運活動都熱衷參與，預計每年可賣出 30 萬雙的滑雪板，其中將有 80%外銷。

5.奧地利木材貿易流程

奧地利國內生產木材是由 District Forestry Authorities(類似臺灣的林區管理處)進行查驗，若要出口到境外則需要由聯邦森林局(Federal Forest Office)查驗；進口木材也是由聯邦森林局(Federal Forest Office)查驗，若是從歐盟以外國家進口，進口商需負責盡職調查義務。(詳圖 8)

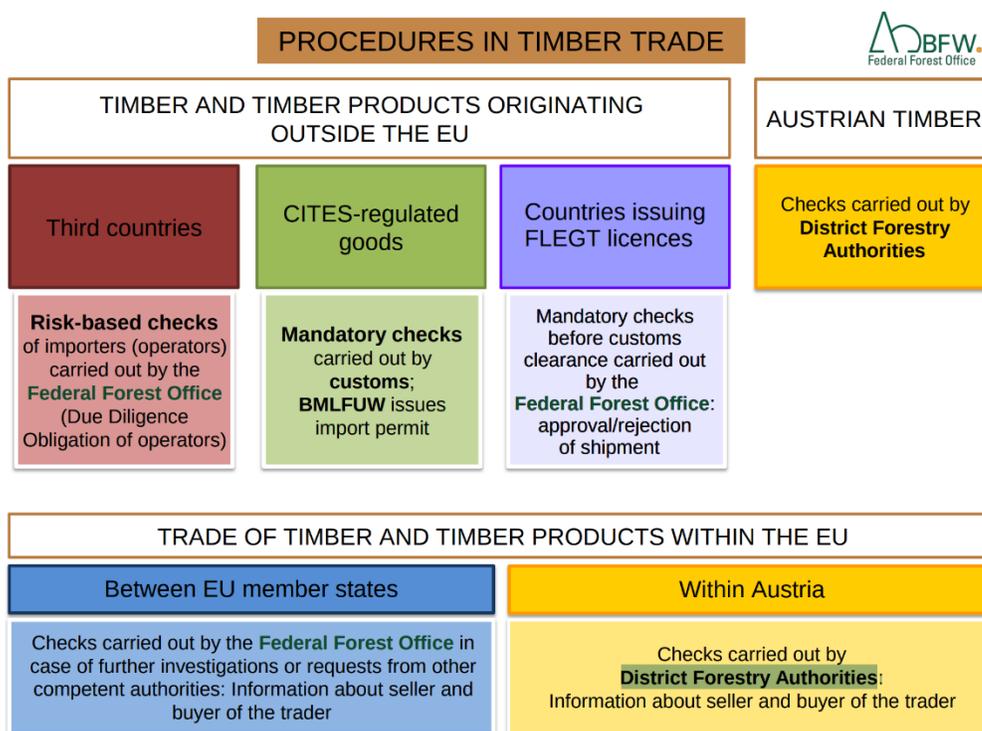


圖 8 奧地利木材貿易流程

(https://bfw.ac.at/cms_stamm/Bundesamt/PDF/Figure_procedures_TT_01_17.pdf)

(三)奧地利森林永續經營之國家戰略

1. 森林永續經營目標

19 世紀時，奧地利森林也曾面臨過度開發問題，透過林業永續經營的理念實踐，使奧地利林業再次復甦。森林永續的概念可追溯到 300 年前中歐歷史，1713 年 Hanns Carl von Carlowitz 提出了生長潛能與收穫量之間需要平衡，林木不僅達到永續生長，木材利用也必須盡量達到最大。

1993 年，歐洲森林保護部長會議，由 46 個歐洲國家共同協議森林永續經營之定義如下：森林永續經營需要在管理和使用森林或是林地上保持其生物多樣性、生產力、再生能力、生命力、履行與實踐潛力，以及不論在生態、經濟和社會功能上或是全球、國家和地區的尺度上，在現在與未來的時間軸上都不會在生態上造成損害。

“The stewardship and use of forests and forest lands in a way, and at a rate, that maintains their biodiversity, productivity, regeneration capacity, vitality, and their potential to fulfil, now and in the future, relevant ecological, economic, and social functions at local, national and global levels, and that does not cause damage to other ecosystems.”

2015 年奧地利林業白皮書開宗明義即提到：奧地利的森林不只提供充足木材作為材料與能源以提供快速擴張之市場，也同時發揮其保護環境之面向。

“ We are expecting a great deal from Austrian forests. they are to provide sufficient amounts of wood as a raw material and energy source for expanding markets while at the same time protecting our valleys against avalanches, rockfall, mudflow, and other natural hazards. ” 。

2. 森林永續經營之發展關鍵

由於奧地利約有半數土地為森林所覆蓋，私有林擁有者約 14 萬 5 千人，及超過 30 萬人從事林業相關工作，生產原木年產值超過 34 億歐元(Austria forest report, 2015)，因此奧地利不論在環境、經濟與社會等面向，皆與其森林息息相關，因此，森林永續經營(Sustainable forest management)為奧地利林業政策的最高原則。奧地利實行森林永續經營之六大關鍵，包括：森林永續經營的認知與承諾、利益相關者的參與、健全的法律架構、有效率的治理結構、穩定的財政系統、合理的監測與資訊系統(詳圖 9)，分述如下：



圖 9 奧地利森林永續經營之關鍵

(<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9579>)

(1)健全的法律架構

健全的法律架構是森林永續經營的基礎，奧地利將永續的概念落實在法律層面上，可長期不斷的深化及發展，不僅落實於聯邦或州政府，也同時清楚明訂私有林主落實永續林業經營。例如奧地利的森林保護法規定，不能隨意進行皆伐，伐採後必須造林復育，即使在森林中進行休閒活動也需要受到規範，與其相關的自然保育或是狩獵等法規，也都會在聯邦與州的角度，以及歐盟和國際的規範下做清楚規定。

(2)有效率的治理結構

法律雖清楚定義了行動範圍，但要落實推動森林永續經營，還需要透過組織共同運作來達到目標，這些組織需要滿足三項功能，包含：創建或精進政策；支持與監督規則；知識傳遞(研究、發展、訓練、顧問、資訊等)。

法律或是政策層面的發展需要聯邦政府、州政府、國民議會、省議會和非營利組織機構共同參與；聯邦與州政府主要負責法律執行面；研究與教育機構則負責知識傳遞的功能。此外，還需要充足的儀器、資金與人員等相互配合。

(3)穩定的財政系統

森林的產出提供了最基本的工作與收入，林木生產是主要收入來源，而狩獵或是森林副產品，也是重要收入之一。森林的經營是一種長期投資，需要維持，其最終的收入也需要賦稅。

(4)公眾參與

雖然奧地利大部分的森林為私有林，但許多民眾或是社會面向都與森林有著強烈的情感連接，奧地利政府建置之森林對話平臺(The Austrian Forest Dialogue)提供 90 多個機構在此平臺上就森林政策與相關合作提供了大量交流機會。

(5)控制系統

奧地利的森林對話平臺與歐盟指標，可清楚提供奧地利森林經營須達到之目標，並依這些量化指標來檢視發展方向是否如預期，透過有效控制及不斷的監測與評估，促進森林永續經營更有效率。

3. 奧地利森林永續經營指標

2016 年，奧地利政府訂定長期森林經營方針，稱為「The AUSTRIAN 2020+ FOREST STRATEGY」(圖形象徵如圖 10)，是藉由 85 個組織長期溝通與規劃，訂定出 7 項定量準則及 65 項森林永續經營的指標(indicators)，摘述如下：(詳表 4 及表 5)

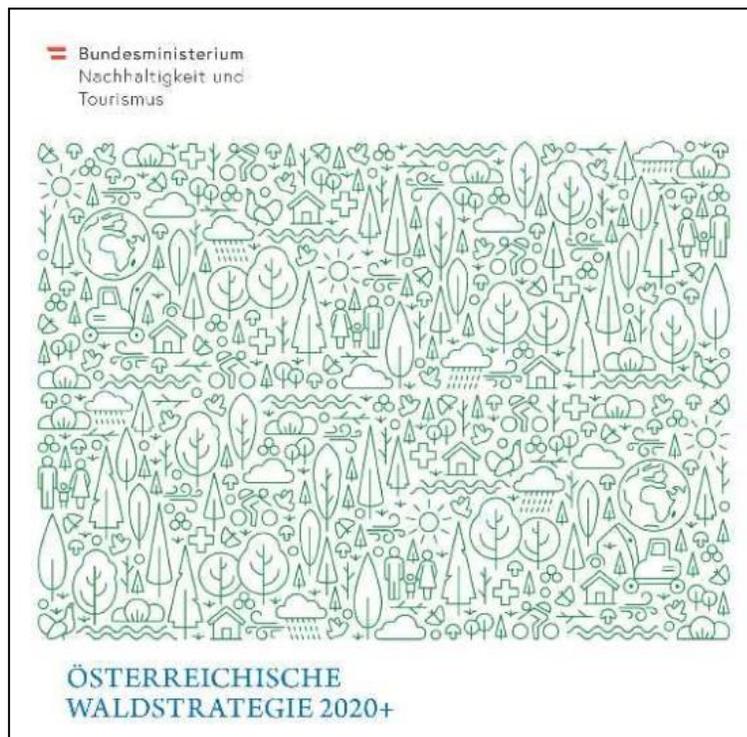


圖 10 The AUSTRIAN 2020+ FOREST STRATEGY 圖形象徵

(1) 奧地利森林永續經營定量指標

表 4 奧地利森林永續經營定量準則與指標摘述表

準則 A.1	維持且適當增強森林資源以及對全球碳循環之貢獻
指標	1.1 森林面積 (Forest area)
	1.2 蓄積量 (Growing stock)
	1.3 樹齡與徑級分布 (Age structure and diameter distribution)
	1.4 碳平衡 (Carbon balance of Austrian forests)
準則 A.2	維持森林生態環境的健康與活力
指標	2.1 空氣污染物之沉降 (Deposition of air pollutants)
	2.2 土壤狀況 (Soil condition)
	2.3 落葉 (Defoliation)
	2.4 森林損傷 (Forest damage)
準則 A.3	針對森林的產出進行維持與鼓勵(包含木材與非木材品)
指標:	3.1 年間成長量和生產量 (Increment and fellings)
	3.2 原木 (Roundwood)
	3.3 非木製品(Non-wood products)
	3.4 服務 (Services)
	3.5 管理計畫下的森林 (Forests under management plans)
準則 A.4	森林生態系生物多樣性維護、保育和適當加強
指標:	4.1 樹種組成 (Tree species composition)
	4.2 更新 (Regeneration)
	4.3 自然度 (Naturalness)
	4.4 引進樹種(Introduced tree species)
	4.5 枯死木 (Deadwood)
	4.6 基因資源 (Genetic resources)
	4.7 景觀樣貌 (Landscape pattern)
	4.8 瀕危樹種 (Threatened forest species)
	4.9 保護區 (Protected forests)
準則 A.5	森林保護功能的維護、保育和適當加強(特別是土壤與水資源)
指標	5.1 保護林-土壤、水與生態系統 (Protective forests — soil, water and other ecosystem functions)
	5.2 保護林-公共基礎建設和人為介入的自然資源 (Protective forests — infrastructure and managed natural resources)

準則 A.6	維持其他社會經濟相關的功能與作用
指標	6.1 森林所有權 (Forest holdings)
	6.2 森林部門對於國內生產總值之貢獻 (Contribution of forest sector to gross domestic product)
	6.3 淨收入 (Net revenue)
	6.4 服務支出 (Expenditures on services)
	6.5 森林部門的勞動力 (Forest sector workforce)
	6.6 職業安全與健康 (Occupational safety and health)
	6.7 木材消耗量 (Wood consumption)
	6.8 木材交易量 (Trade in wood)
	6.9 木材資源所產生之能源(Energy from wood resources)
	6.10 遊憩可及性(Accessibility for recreation)
	6.11 文化與精神上之價值(Cultural and spiritual values)
準則 A7	奧地利永續林業經營的國際責任
指標	7.1 與森林相關的發展合作 (Forest-related projects in development cooperation)
	7.2 奧地利在國際與多邊森林治理的貢獻 (Austria's contribution to international and multilateral forest governance)
	7.3 國際性組織針對森林相關提供的公共基金以及奧地利專家在國際森林相關事務的參與 (Public funds for forest- relevant, internationally active organisations and for the participation of Austrian experts in forest-related international bodies)
	7.4 奧地利在非法採運上的貢獻 (Austrian contribution to efforts on combatting illegal logging)

資料來源：BMNT 網站及本報告整理

(2) 奧地利森林永續經營定性指標

表 5 奧地利森林永續經營定性準則摘述表

準則 B.1: 國家森林計畫 (National forest programmes and the like)
準則 B.2: 組織架構 (Institutional framework)
準則 B.3: 指導綱要與國際承諾 (Legal/Statutory framework and international commitments)
準則 B.4: 金融商品與經濟政策 (Financial instruments/Economic policy)
準則 B.5: 資訊科技 (Information tools)

資料來源：BMNT 網站及本報告整理

(四)奧地利林業部門組織概況

1. 聯邦森林研究中心 BFW (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald)組織架構

奧地利林業最高機構為「聯邦森林研究中心」或稱為「聯邦森林、自然災害與景觀研究與培訓中心」(Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, 簡稱 BFW), 英譯為 The Austrian Research Centre for Forests, 隸屬於奧地利聯邦可持續發展與旅遊部(Federal Ministry for Sustainability and Tourism, 簡稱 BMNT)。BFW 分為六個部門及和兩個訓練中心(詳圖 11), 六個部門專責業務包括: 森林生長與造林、森林遺傳、森林生態與土壤、森林保護、森林資源清查、自然災害防治等; 兩個訓練中心分別為北奧地利 BFW Traunkirchen(過去稱為 Ort), 主要著重於高性能林業機械操作訓練, 及南奧地利 BFW Ossiach 規模較小。另外聯絡辦事處則可分為四個地點(詳圖 12), 其中聯邦森林局或稱聯邦森林辦公室(Federal Forest Office)專職於國內外木材貿易。

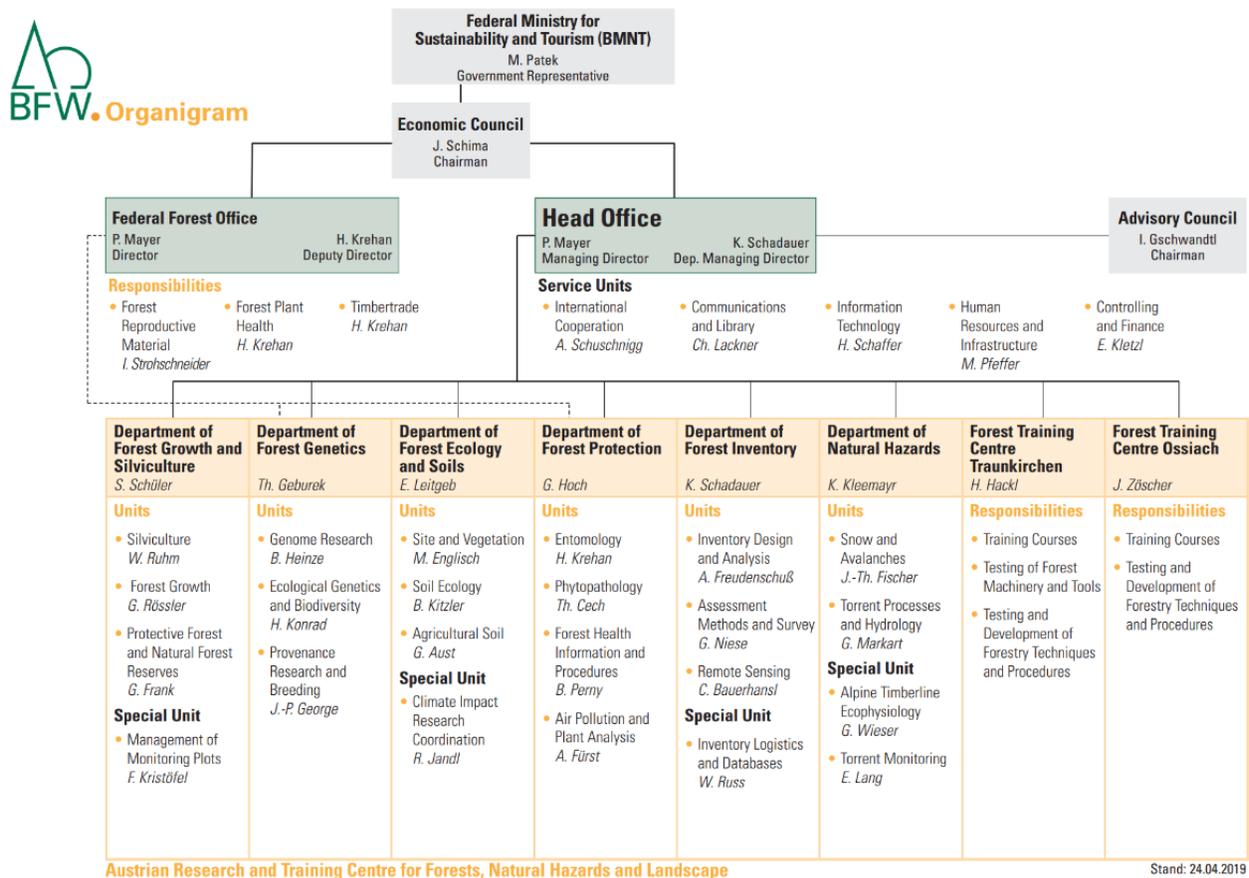


圖 11 奧地利聯邦森林研究中心 BFW 組織架構圖

(https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/BFW_Organigramm_ENGLISCH_2019_April.pdf)

2. 聯邦森林研究中心 BFW 營運狀況

BFW 研究中心主要目標是將大專院校在林業科技、理論與研究上產出成果，轉化為切實可用的林業機械與技術。BFW 組織內約有 280 位員工，主要來自通過訓練中心培訓之人員，每年預算約 2 億 2 千萬歐元(臺幣約 70 億元以上)，每年承辦約 30 個以上的國際合作計畫，每年訓練課程的國際參與者約有 13,500 位，且與日本、新加坡、中國、南韓皆有長期的專業林業合作與知識共享交流(詳圖 13)。

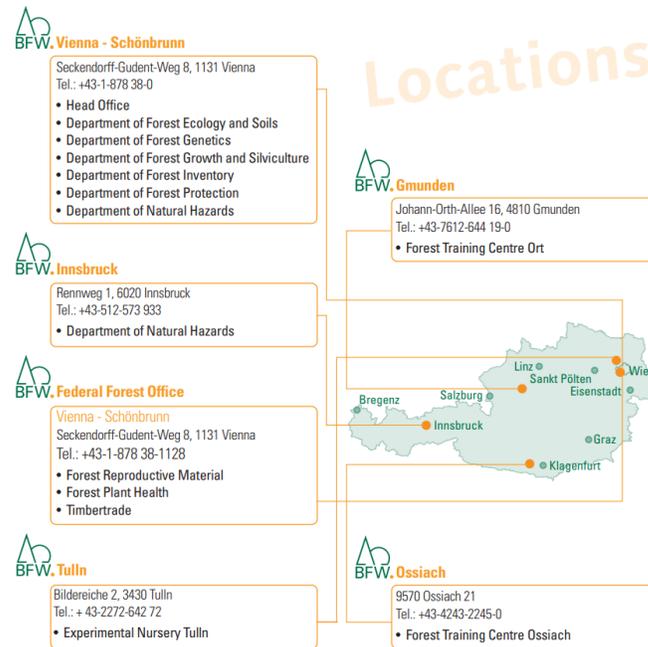


圖 12 聯邦森林研究中心 BFW 四個辦事處與兩個訓練中心位置圖



圖 13 2016 年 BFW 國際合作區域圖

(https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/BFW_We_Know_All_About_Forests_2017_web.pdf)

二、奧地利林業教育與訓練體系概況

(一)奧地利教育體系

「Education is the key of Austrian Success」是國際間對奧地利教育成果的肯定，認為教育是奧地利成功的關鍵，也顯示奧地利對於教育的重視。奧地利實施9年義務教育，教育體系可概分為「一般教育」(General education programmes)及「職業教育與訓練」(Vocational Education and Training, VET programmes)兩類學程，普通學制為小學4年、初中4年、高中4年，然後接續到大學及研究所；學童6歲入小學，小學畢業(10-11歲)會進行初步分流，初中分為文理中學(AHS)、普通中學(技職學校)，及新制中學(NMS)(類似臺灣的綜合高中)，初中畢業(14-15歲)約有70%至80%的學生會進入技職教育訓練體系(VET)，VET可略分為3類，包括「3年制職校」(BMS)、「5年制專科學校」(BHS)，及「2-4年學徒制」(Apprenticeships)，進入VET體系畢業的學生，因取得專業證照，其就業機會與薪資水準，可高於一般體制畢業學生，因此大部分初中畢業學生會選擇進入技職教育與訓練體系，而各教育體制可互轉，不會限制學生發展方向。另外，成人持續的學習與訓練是產業不斷創新進步的關鍵，也非常受到重視，因此亦納入整個教育訓練體制中。(詳圖14及圖15)

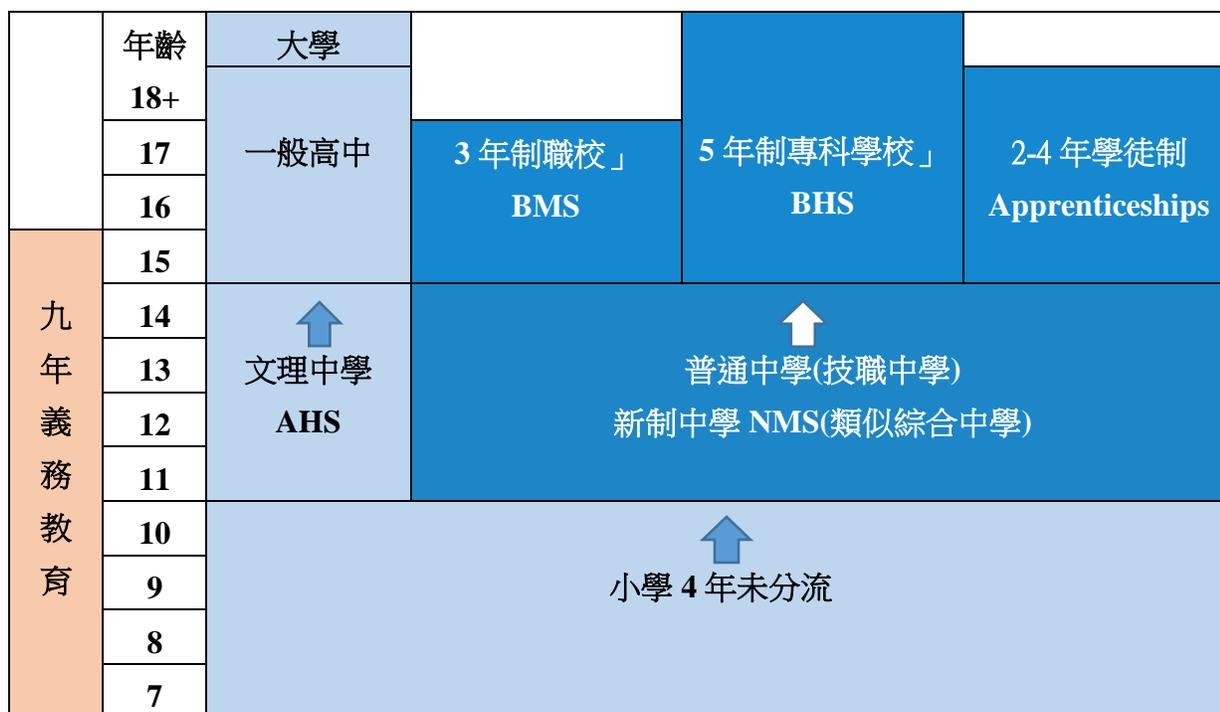
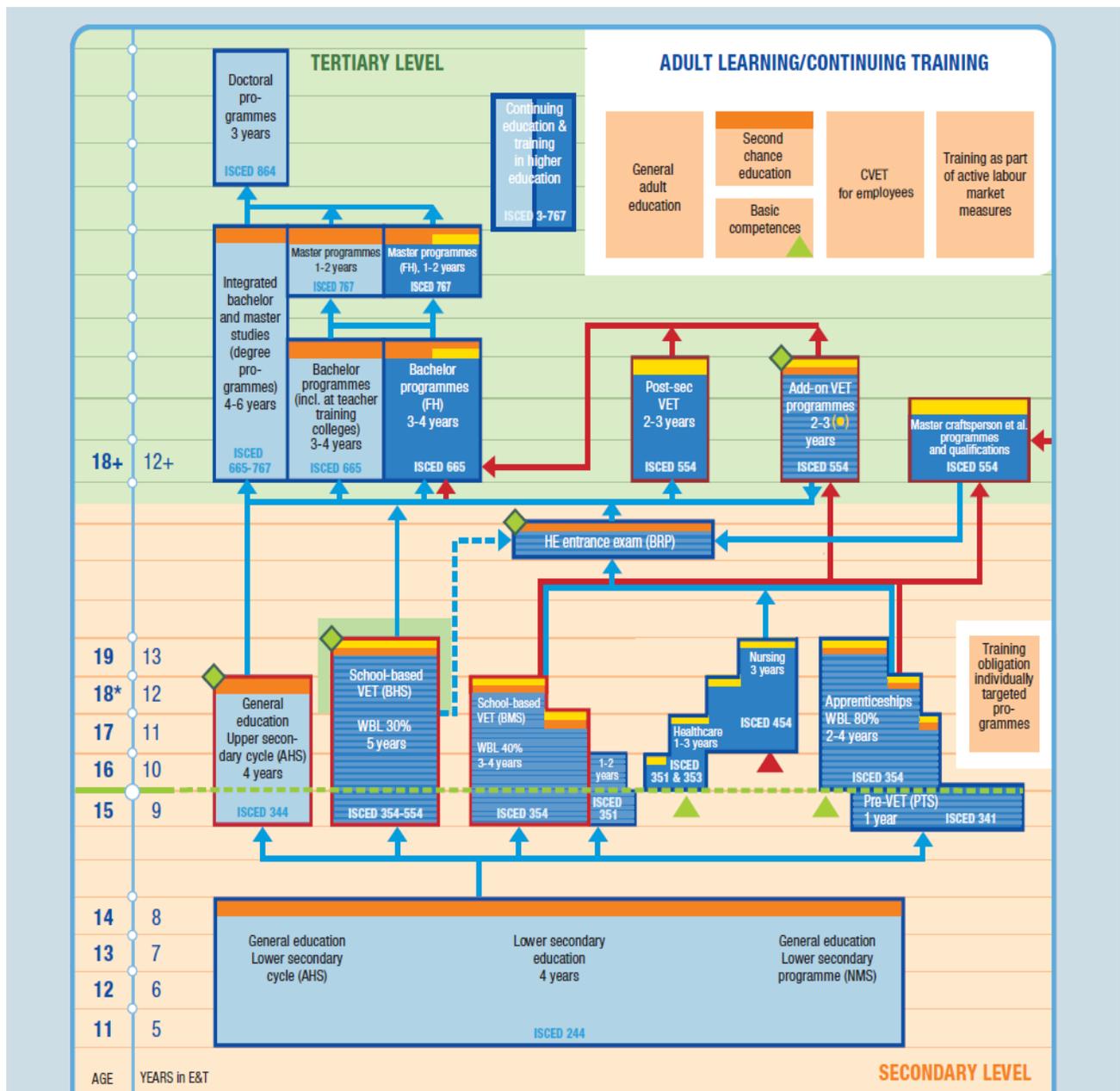


圖 14 奧地利教育體系概念圖

資料來源：參考 Spotlight on VET AUSTRIA



- General education programmes
- VET programmes
- Programmes combining VET and general education
- Officially recognised vocational qualifications
- Qualifications allowing access to the next education level
- End of compulsory education
- Changing to other programmes possible after year 9
- Giving access to tertiary education
- Also available to adults (full-time, part-time)
- Possible progression routes
- Possible progression for learners leaving after year 11
- Prior VET knowledge may be recognised affecting programme duration
- Entry for learners above 17 having completed year 10
- Entry for learners above 15 having completed year 9
- WBL** Work-based learning, either at the workplace or at a VET institution
- For learners with incomplete VET or VET in another field
- * Training obligation until the age of 18 (or minimum two-year formal VET)

圖 15 奧地利教育體系架構圖

資料來源：Spotlight on VET AUSTRIA

(二)奧地利林業教育與訓練體系

奧地利林業教育系統屬於「Dual system」，也就是理論與實際操作必須要同時進行的雙軌制系統，特別強調工作的安全性，透過完善的教育與訓練過程，可大幅度降低現場工作風險。從事林業工作者以職能為導向，基本上可分為六種職能類別、九種取得職能資格途徑，及六種教育體制。(詳圖 16)

年齡	區域負責(地方層級)					州負責(中央層級)			
	森林相關作業員	森林專門作業員	森林專門作業員	森林專門作業員	高度專業技術人員	森林護管員 1000ha	森林官 3600ha	森林官 3600ha	學術森林官 3600ha 以上
27									
26									國家考試
25									實習(2年)
24									
23									
22								國家考試	維也納土壤大學 (10 學期) 學士課程(6 學期) 碩士課程(4 學期)
21					考試		國家考試	實習(2年)	
20				考試	考試相關訓練		實習(2年)		
19									
18			考試	工作經驗 (3年) 課程最少 120小時 20歲以上	森林相關 作業員		森林技職 教育(5年)	森林技職 教育(3年)	一般教育高等學校 (5年)
17		考試	林業實習						
16	相關實踐 培訓	研修3年 15歲以上	農業專門 學校(3年)		實習(3年)	森林專業教 育(1年)			
15									
14									
義務教育									
	1 週	27 週	8 週	5 週	13 週	1 週	1 週	1 週	2 週
林業訓練中心課程講習時間									

圖 16 奧地利六種林業職能類別

資料來源：BFW 網站及本報告整理

1.奧地利林業工作之六種職能類別與教育訓練途徑

(詳圖 17、圖 18)

(1)森林相關作業員 (Forest Labourer, 類似日本綠的雇用)

森林相關作業員 (Forest Labourer)是林業工作最基礎層級，是區域(Region)屬地方層級負責最基層的訓練，沒有嚴格限制人員需要受過正規教育，只要求完成義務教育，並至少要在林業訓練中心完成 1 週的專業訓練，不需要通過考試，依本次參訪 FBZ 訓練中心老師的說法，這類林業相關作業員的月收入約為 1,500 歐元(相當於臺幣 5 萬元以上)。

(2)森林專門作業員 (Licensed Forest worker 現場技術人員)

森林專門作業員 (Licensed Forest worker)是區域負責第 2 階層訓練，計有 3 種途徑取得職能資格途徑，訓練方式採學徒制(Apprenticeship)，不論哪一種教育訓練途徑，都必須完成證照考試，其月薪約 2,000 歐元(相當於臺幣 7 萬元以上)，在未來可上升到 6,000 歐元。3 種教育訓練途徑如下：

A、學徒路徑 (Apprenticeship)

採學徒路徑者，在過去需具有 3 年的學徒經驗，曾經參與至少 3 週的職業訓練，且在訓練中心參加過 5 週的考試準備課程，並完成測試。

B、進階學徒路徑 (Further apprenticeship)

需具有 3 年的職業農校學習，及 1 年的林業學徒經驗，並且在訓練中心參加過 5 週的考試準備課程，並完成測試。

C、經驗型學徒路徑 (Practical work experience)

具有 3 年的工作經驗，並且在訓練中心參加過 5 週的考試準備課程，課程的最低時數必須要達到至少 120 小時，並完成測試，年齡須達 20 歲。

(3)高度專業技術人員 (Master worker in Forestry)

高度專業技術人員 (Master worker in Forestry)是區域負責的最高層級，其教育背景必須完成 3 年的技職教育，可以是農業相關技職，也可以是其他類型的相關技職，並須取得森林相關作業員的資格後，就可以進行 13 週的林業訓練並通過考試，即可取得高度專業技術人員資格。

年齡	訓練中心及職業學校	訓練中心	森林專門學校	職業教育中等學校	森林技術專門學校 (HLFS)	BOKU 農業大學
28	高度專業技術人員	森林相關作業員	森林護管員	森林專門作業員	森林官	學術森林官
27						國家考試
26						實習 2 年
25						國家考試
24						3 年的實習
23						國家考試
22	實習 3 年與林業專業實習 11 週	研習 8 個月	學校教育 1 年	考試	助理森林官員培訓 2 年	碩士課程 2 年
21						學士課程 3 年
20	森林相關作業員	教育背景不限	5 週森林專門作業員講習	教育訓練 3 年	學校教育 5 年	高等教育
19	相關實踐培訓					
18	9 年生	9 年生	9 年生	3-4 年學校教育		
17						
16	義務教育第 8 年					
15	義務教育第 8 年					
14	義務教育第 8 年					

圖 18 六種林業培訓機構

資料來源：BFW 網站及本報告整理

2. 奧地利林業訓練中心培訓課程

奧地利聯邦森林研究中心 BFW 的兩個林業訓練中心辦理訓練課程可概分為 7 類，分述如下：

- (1) 職業訓練：以課程模組方式進行。
- (2) 鏈鋸操作：主要為鏈鋸操作技巧與安全。
- (3) 攀樹作業：集材柱、採種攀樹技巧。
- (4) 森林管理：森林經營規劃決策評估。
- (5) 集材作業：集運材及收穫機具操作。
- (6) 森林教育及認證森林教育者的培訓。
- (7) 推廣教育研習會。

肆、活動行程紀要

為報告內容閱讀順暢，以活動主題為編排順序。

一、奧地利木材機械化收穫作業技術訓練

108年10月2日至10月5日期間，於北奧地利林業訓練中心Forest Training Centre Traunkirchen，又稱作Forstliches Bildungszentrum Traunkirchen(FBZ)進行木材機械化收穫作業技術訓練。

(一)FBZ林業訓練中心場地設備與營運概況

1.訓練場地與配置

(1)位置與面積

FBZ 林業訓練中心位於北奧地利 Traunkirchen，是由過去的 Forest Training Center Ort 重建而來，訓練中心面積約 4.5 公頃(含建物面積約 1.5 公頃)，另在距離訓練中心約 10 公里處，約有 1,200 公頃林地可供學員練習實地操作；與奧地利另一個訓練中心(Forest Training Center Ossiach)相比較，FBZ 主要為森林機械設備訓練，是奧地利最佳的訓練場所，所以此次訓練特別挑選在 FBZ 辦理。(圖 19 及圖 20)



圖 19 奧地利 FBZ 訓練中心

<https://worldofporr.com/en/173-2019/traunkirchen-forestry-training-centre/>

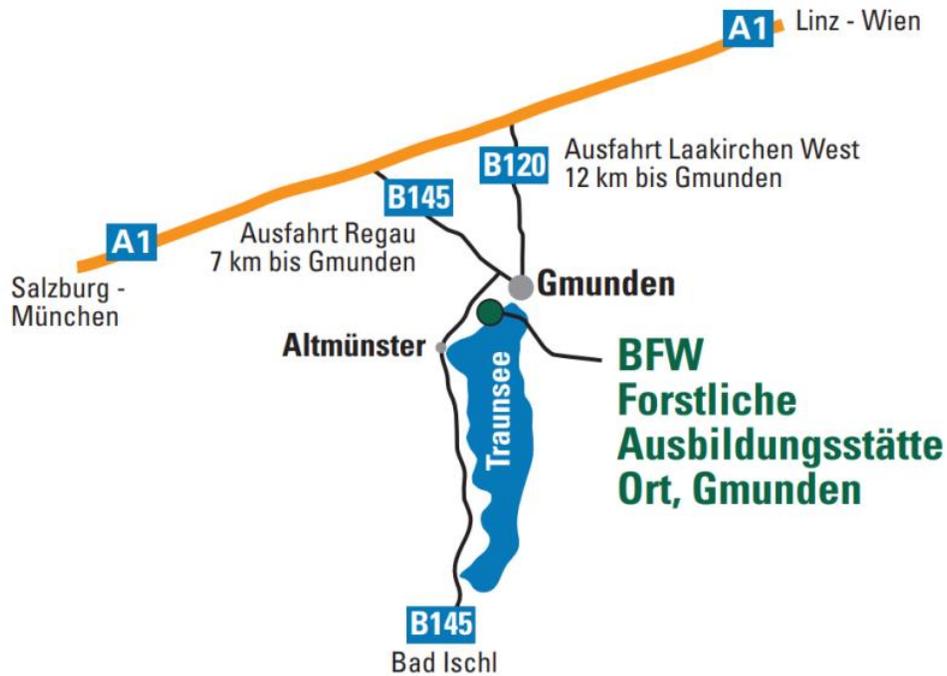


圖 20 林業實際操作練習處

(http://www.fasttraunkirchen.at/images/pdf/Seilbringungskurs_2017.pdf)

(2)建築物與空間配置

FBZ 於 2017 年規劃施工，2018 年 9 月啟用，辦公室原為奧地利皇室建築，後續增建教室與宿舍，建造過程特別關注生態、能源效率及較低的營運成本，據訓練中心主任說明，本訓練中心為歐洲地區設備最好的訓練場。FBZ 整體建築使用了 460 立方公尺膠合木材(Glulam)及 2,000 立方公尺 CLT (Cross-laminated timber)，地板鋪設了 3,100 平方公尺橡木地板，屋頂裝設了太陽能板，建築物本身也相當值得參觀。在空間配置上包含行政辦公大樓(包括一樓為音樂室和校園酒吧，二樓為接待區、辦公室與員工休息室，三樓為大型教室與辦公室，四樓則保有當時皇宮時期的文物，及具有相美感的會議室)、教學大樓(包括室內教室、研討室、餐廳、交誼廳等)、宿舍及綜合活動大樓(包括宿舍、運動場、大型清洗烘乾設備的衣物間等)，宿舍為 2 人一間(大約有 30 間宿舍)，陳設簡約且功能齊全。戶外則是大型機械置放區，以及主要供電鍋爐與一小片林場。(圖 21 至圖 24)



圖 21 新建的 H 型建築，連接上課與住宿地點，並在上方備有太陽能系統
(<https://worldofporr.com/en/173-2019/traunkirchen-forestry-training-centre/>)



圖 22 FBZ 行政大樓原為奧地利皇室建築



圖 23 FBZ 教學大樓



圖 24 FBZ 宿舍及綜合活動大樓

2. 訓練中心分區與設備

- (1)第一區為一般教室區，每間教室都備有觸控式大型螢幕，兩側皆備有白板，設備相當齊全，教室規劃座位空間約為 20-30 人。
- (2)第二區為專業教室區，相關零件與配備都經過良好設計，如同實驗室一般方便學生拿取且易於操作，以鏈鋸工作室為例，桌子以八角型為主，學生可用較近的距離學習鏈條修復與打磨，兩側皆放有各式鏈鋸馬達，且以透明外殼，讓學生能更清楚快速學習。另外還有專業鋼索與大型機械維修室、木材加工室，每一間專業教室都具有完善規劃。
- (3)第三區是公共空間區，包含了走廊、展示區、學生討論區、運動場等，並充分運用公共空間區遍布相關專業知識介紹。
- (4)第四區是清潔儲存區，設置相當多新穎設備，這些設備使學員在機械操作上便利許多，節省學習以外的時間，如鐵件製備區，學員可自備所需零件。
- (5)第五區是建築外面的大型機械區以及練習區，訓練中心內與奧地利最大的林業公司 Holz Klade 合作，對於機械的市場價格或是型號種類都有最完整的資料庫。(詳圖 25 至圖 95)



圖 25 學員剛抵達中心接待處



圖 26 由 Dr. Huber 說明中心樓層介紹



圖 27 一般教室教學設備(觸控式銀幕)



圖 28 一般教室空間(可容納 20-30 人)



圖 29 電腦教室



圖 30 製圖教室



圖 31 模擬機訓練教室



圖 32 模擬機訓練教室



圖 33 鍊鋸維修室八角練習桌，可以近距離學習



圖 34 大型模型以展示鍊鋸的維護



圖 35 透明機殼以便瞭解鍊鋸原理



圖 36 鍊鋸兩側的馬達展示



圖 37 鍊鋸維修室工具



圖 38 鍊鋸清潔室清洗機



圖 39 鍊鋸清洗機



圖 40 鐵件製備處學員可自備所需零件



圖 41 鍊鋸修備處



圖 42 鍊鋸儲存間



圖 43 工具鍛造室



圖 44 工具鍛造室



圖 45 維修室-鋼索維修圖示



圖 46 維修室-鋼索維修圖示



圖 47 維修室-講解模型



圖 48 維修室-鋼索、鍊條製作



圖 49 維修室-上方吊車



圖 50 繩索大型機械維修室



圖 51 木工室-機械設備



圖 52 木工室-機械設備



圖 53 木工室-集塵設備



圖 54 木工室-圓鋸機



圖 55 木工室-進門耳塞與集塵設備

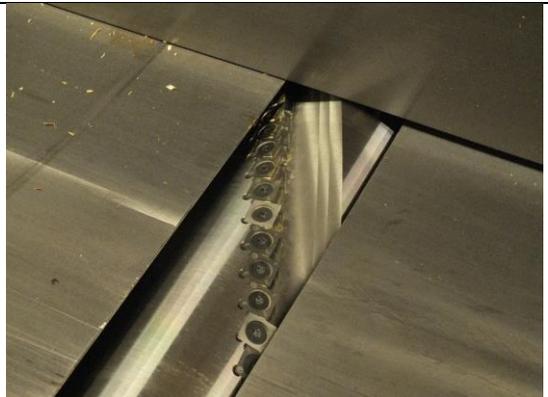


圖 56 木工室-可更換刀具



圖 57 圖書室使用門禁卡即可進入



圖 58 體育館有籃球場、攀岩等設備



圖 59 交誼廳陳列歷代林業工具與史料

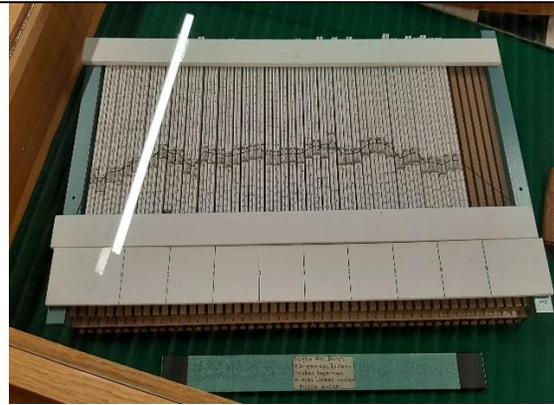


圖 60 交誼廳陳列早期林業經營工具



圖 61 交誼廳一隅



圖 62 交誼廳陳列林業史料



圖 63 教室走廊陳列陡坡集材介紹



圖 64 交誼廳走廊架設塔式集材模型



圖 65 交誼廳走廊設置鍊鋸相關設備介紹

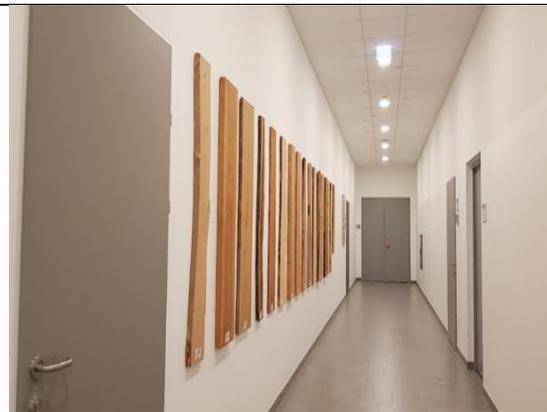


圖 66 教室走廊陳列商用木材介紹



圖 67 餐廳座位約 96 個
(一般學員使用)



圖 68 餐廳玻璃隔間內座位約 24 個
(講師使用)



圖 69 餐廳採自助餐方式供餐



圖 70 廚房分為熱食、蔬果及飲料區



圖 71 訓練中心酒吧與交誼空間



圖 72 訓練中心酒吧與交誼空間



圖 73 宿舍 2 人 1 間，約有 30 間



圖 74 衣櫃設置夾層以方便置物



圖 75 宿舍內的衛浴設備



圖 76 浴室設置置物櫃



圖 77 工作鞋清洗間

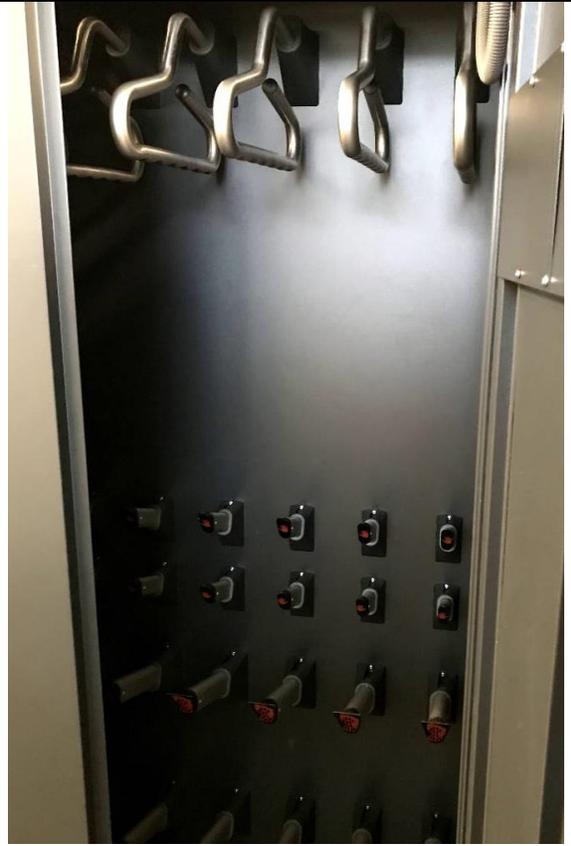


圖 78 外套、鞋子、手套烘乾設備



圖 79 進入訓練中心室內需先清洗工作鞋



圖 80 外套、鞋子、手套烘乾區



圖 81 戶外訓練場



圖 82 鋸木練習



圖 83 抓木機練習



圖 84 小型焚化爐及供電鍋爐



圖 85 攀樹練習



圖 86 大型機具放置區



圖 87 大型機具放置區



圖 88 機具練習區



圖 89 機具練習區



圖 90 機具練習區



圖 91 機具練習區



圖 92 第一代搬器



圖 93 第二代搬器



圖 94 第三代搬器

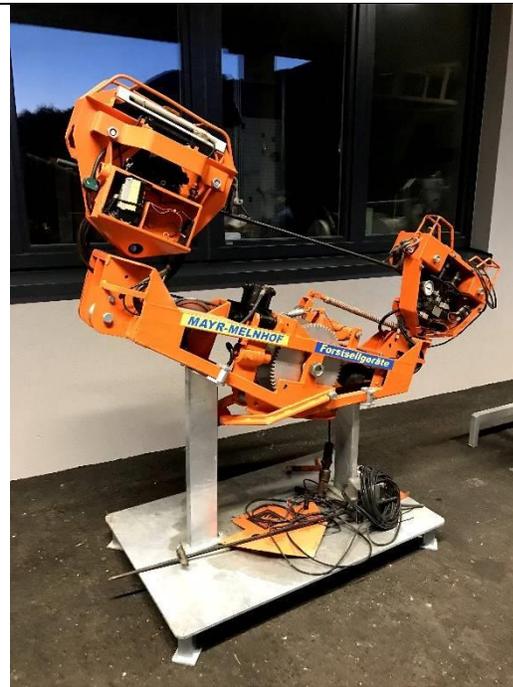


圖 95 第四代搬器

3.訓練中心營運狀況

(1)經費來源

訓練中心營運經費 20%是由政府(包括聯邦及省)的補助，其他 80%的經費必須自籌，自籌經費主要來自歐盟專案計畫補助及學費，除了參加推廣課程不收費外，其他課程以收費為原則，按照學員屬性，補助經費約 20%-80%，對於想要從事林業工作人員提供實質誘因。

(2)營運人力

訓練中心專任教師 13 位，管理人員 4 位。人員可分為兩個部分，一部分是專門負責成人教育部門，另一部分則是專業的林業學校部門。成人教育部門主任是 Nikolaus Nemestothy，副主任是 Christoph Huber，也是本次考察團主要接待人員，另外由專業林業學校部門前來支援的師資包含: Johannes Bergthaler、Georg Dobler、Wolfgang Hanousek、Franz Plasser、Siegfried Sperrer，前三位主要是在林業機械儀器上的使用給予指導，Dr. Plasser 主要是在模擬機的介紹與操作，Dr. Sperrer 則在奧地利的介紹、中歐市場的探討以及在機械上的原理分析和最後陡坡操作的計算都有參與，本次課程主要授課師資是 Dr. Huber 和 Dr. Sperrer。(照片詳圖 96)

(3)營運時間

訓練中心人員星期一到星期四的工作時間是上午 7:30 到 12:00，下午 1:00 到 3:30，星期五的工作時間是早上 7:00 到下午 1:00，如果在這個時間範圍以外，則需要和程的導師聯絡。若是特殊緊急狀況，每天會有一位緊急聯絡員，會在中心公布或可以撥打緊急聯絡電話 144(救難)或是 141(醫護照顧)。

(4)學員生活常規

在學員報到時，中心會將房間鑰匙和基本住宿生活規範都一起交付於學員，簡單的生活規範包含每天早餐時間是 7:00 到 7:30、課程開始時間是 7:45 到 8:00 之間，午餐時間是 12:20 到 13:30、下午課程 13:30 到 17:00、晚餐 17:30 開始、就寢時間 22:00 前；室內所有活動都必須確保鞋子的清潔性，不能將林地鞋子帶入，詳細的規定會在報到註冊時再詳細囑咐。

		
Mag. Hermine Hackl	Christoph Huber	Siegfried Sperrer
		
Franz Plasser	Mathias Loidl	Wolfgang Hanousek
		
Johannes Bergthaler	Georg Dobler	森林學校標誌

圖 96 訓練中心人員介紹

(5)訓練課程

每年課程場次約為 150-200 場之間，可以依照受訓人員需求提供住宿與餐食。訓練課程可分為表訂課程(於前 1 年度即排訂的課程)及客製化課程(依需求者提出，可選擇日期與課程內容)。如於開課前 3 週(公司或團體要在 5 週前)取消課程者，不收費，否則要收取 50%費用。課程強調安全與性別平等，並符合職能基準，且與產官學界建立合作的夥伴關係；訓練裝備由受訓人員自備。另在離訓練中心 10 公里處，具有佔地 1,200 公頃的林地可供學員練習實地操作。

(6)訓練對象與課程重點

訓練中心為一般大眾與專業林業人員提供訓練已超過 20 年，2018 年重新整修後，每年約有 130 位學生與 8,000 位短期授課學生，訓練中心課程提供對象包含公司行號、小林主、相關科系大專生、技術學校學生與一般民眾。學員中 80%來自奧地利國內、20%來自國外(包括 10%來自與奧地利鄰接的中歐國家、8%來自其他歐盟國家、2%來自歐洲以外區域)。訓練對象與課程重點詳表 6、圖 97 及圖 98。

表 6 FBZ 訓練中心訓練對象與課程重點

學員類別	百分比	課程重點
大專生	15%	提供 1~6 週專業技術與實際操作等組合式課程。學生主要來自維也納 BUKO 大學及德國慕尼黑大學。
技職生	30%	提供 1~6 週專業技術與實際操作等組合課程。主要以北奧地利職業技術學校學生為主。
林業公司員工	15%	提供 1~6 週職業安全衛生、林地及公司經營、林業收穫與加工技術等課程。一般林業公司會要求有取得證書者，才具備錄用資格。
林主	30%	提供持有面積小於 200 公頃的林主，單日至 1 週的林業經營與廣告宣傳等技術指導，改善小面積林業或混農林業技術性與收益不足的問題。
一般民眾	10%	提供環境教育與森林體驗等推廣活動，尤其是對森林政策有影響力的團體，可透過推廣課程提供正確知識與觀念，成為政策意見的溝通平臺。



圖 97 考察團員與 FBZ 訓練中心實習之高中生合影(實習學生年齡約 16 歲)



安全帽：
可組合耳罩、面罩，防止伐木噪音影響聽覺，以及飛濺的木屑或石頭等雜物擊中臉部。

服裝：
採用紅、黃、橘等鮮豔配色，不僅學員上課時穿戴，實際在林地工作也是同樣的穿著。

鞋子：
專用鞋子，類似登山鞋，但腳尖較硬、鞋底深齒，給予腳部更多的保護。

圖 98 奧地利現場作業人員穿戴裝備，保障作業安全

(二) 訓練課程-奧地利木材收穫作業計畫編擬與作業原則

1. 木材收穫作業計畫目標

木材收穫作業為森林資源經營的重要事項之一，是依據森林生長狀況與人類對木材需求等所進行的營林措施，木材收穫作業若執行不當，不僅會對森林環境與生態產生衝擊，也使得具關聯性的森林永續經營無法順利推動。惟有嚴謹的木材收穫作業計畫與妥善管理方法，才能達到森林永續經營目標。其收穫作業經營目標包括：

(1) 促進林木生長

不論是單一樹種造林地或不同齡級混合林地，需要藉由收穫作業的執行，去除不需要的立木，達到符合日照等林地條件，以利林木生長。

(2) 改善林分組成結構，有利林分更新復育

可透過下層、行列、塊狀等疏伐或擇伐等不同收穫作業方式，來調整林分結構，並透木材收穫，達到造林樹種更新、林木病蟲害防治，或林木防火線建置。

(3) 維護生物多樣性。

(4) 合理利用木材資源。

(5) 創造環境與美學效益。

2. 木材收穫作業計畫原則

完整的木材收穫作業系統其涵蓋範圍包括收穫計畫擬定、林道網規劃及施工、伐木造材作業、集材裝車作業、運材卸貯作業、原木檢尺與分等、原木貯材與管理。其計畫原則為：

(1) 減低對森林土壤與水域干擾

避免收穫作業造成土壤表層破壞與壓實，間接影響後續林木生長、種子發芽、水域生態變化及地表逕流水增加。

(2) 減少對野生動物衝擊

避免收穫過程中對野生動物棲息地及食物來源影響外，同時透過木材收穫作業營造之多樣化植群結構提供更適合昆蟲、鳥類及野生動物等棲息場所。

(3) 降低對留存林木的損傷

透過適當保護留存木措施，儘可能減低收穫過程中對樹皮及樹冠之損傷，維持留存木之生長潛力及森林健康。

3.集材作業規劃

集材作業規劃必須在作業方式初步預定後，至作業區現場查勘，並將林道規劃一併考量。由於林道位置與施工方式會影響鋼索架設方式，如鋼索架設位置不當會使得集材成本增加。因此在架線集材系統規劃時，應考量的因子很多，其中集材柱的荷重與承載量，及地錨之固定能力為三項最重要的安全因子。另外單位面積的集運材積、伐倒林木的大小、徑級以及集材距離等，都會影響集材成本，也應列入集材作業規劃時的考量因子。

(三) 訓練課程-集材作業介紹

1.地面集材與架線集材作業之比較

奧地利因西南境有阿爾卑斯山脈橫貫，約 70%的土地高於海拔 500 公尺，最高點海拔為 3,798 公尺，地形陡峭，因此在地面收穫系統發展為陡峭地形森林收穫作業系統之過程中，引發大眾就森林收穫作業對環境潛在衝擊的關切。事實證明，在美國西北部與歐洲所應用的架線集材方式，在陡峭地形作業中，對環境衝擊甚小，及其他比較如下：

- (1)架線集材系統，以動力集材機藉由鋼索將伐倒木拉曳至集材場，比地面拖曳集材需要更高技術層面要求，且需要更為詳盡周詳之作業規劃。
- (2)架線集材作業需投入成本較高，作業困難度也較高，因此作業區內需有足夠數量的高經濟林木，才能發揮其成本效益。
- (3)架線集材系統最適用於地形陡峭以及土壤鬆軟之處，而地面收穫系統無法於此處運作。
- (4)架線集材系統可以上、下坡集材，集材距離可達 400 公尺之遠，為地面收穫系統所無法比擬。

2.架線集材作業步驟

架線集材為應用集材機與鋼索，將伐倒之林木，搬運至集材場的作業程序。集材機動力可從數十到數百馬力，可結合不同數量之捲筒，產生不同的作業方式。作業步驟如下：

- (1)設置主柱與尾柱，超過 200 公尺的架空索，必須設置中間支柱。集材機可設於主柱旁。

- (2)架鋼索及搬器，將鋼索由主柱延伸至伐木基地尾端，集材機利用作業鋼索將搬器於架空之鋼索上來回運行，以便將倒木搬運至集材場。架空索線若能升離地面並有足夠高度時，就能避免或減少地表土壤損傷。
- (3)設定鋼索承載力，鋼索承載能力受地形與鋼索設施的方向所左右，為影響架線集材系統作業效率與投入成本的關鍵因子。一般而言，能允許下垂量越大的鋼纜設施，其載重量越大；鋼索張的越緊，因其負載時下垂量小，會減低其載重能力。
- (4)人力配合，由於架線集材系統多用於陡峭地形，機械伐木作業不易，因此多配合人工進行伐木作業。

3. 架線集材系統分類

架線集材系統可分為兩線集材、三線集材及四線集材。兩線集材之最上方是架空索(Sky line)，及通過的主索(Main line)；三線集材加了輔助索(Auxiliary line)；四線集材則在增加回控索(Haul-back line)。(詳圖 99)

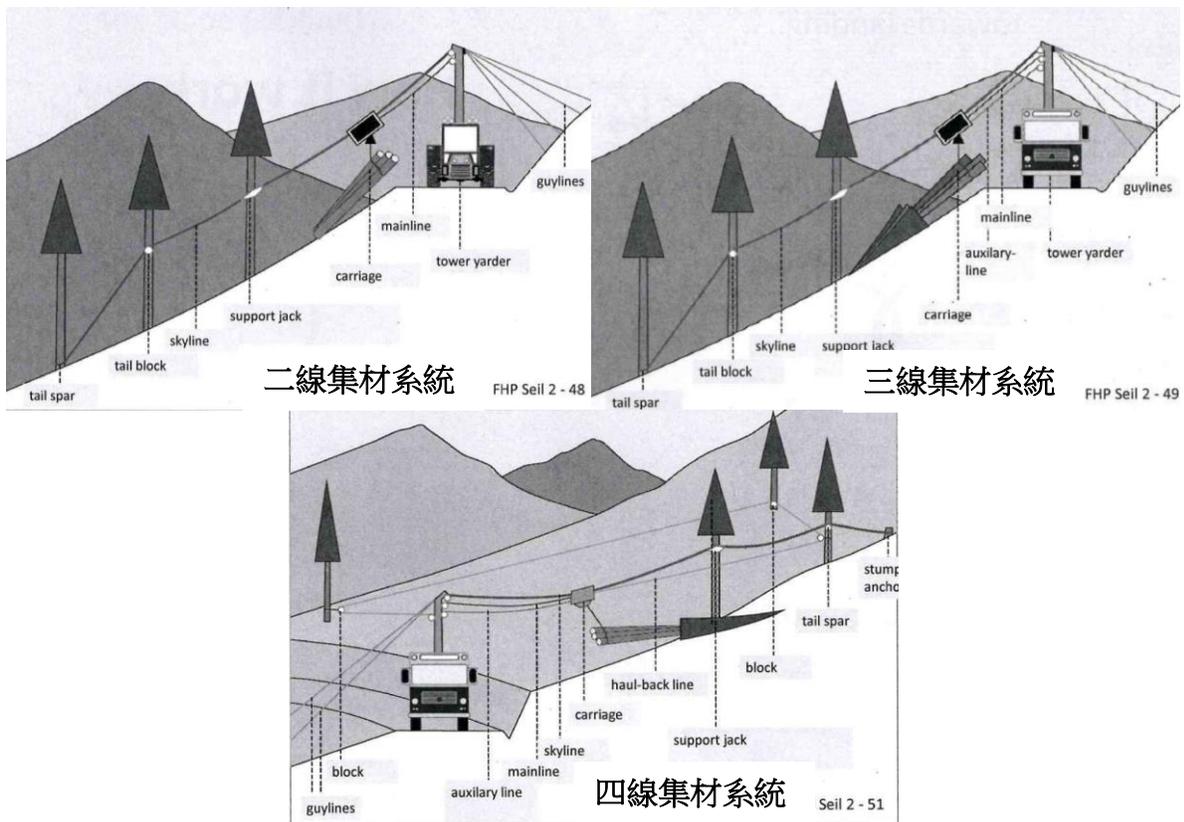


圖 99 架線集材系統

4. 集材方式

集材方式可分為全木作業系統(Tree length system)，及定長切割系統(Cut-into-length system)，如圖 100 及圖 101 所示，本次參訪林地之作業方式採全木作業系統。

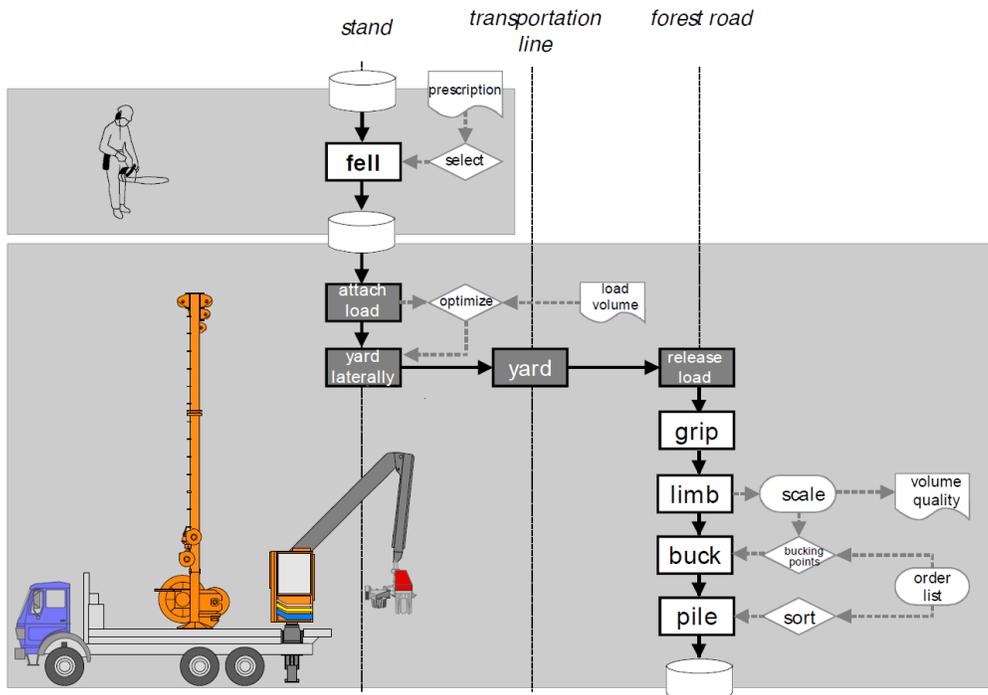


圖 100 Tree length system(全木作業系統)

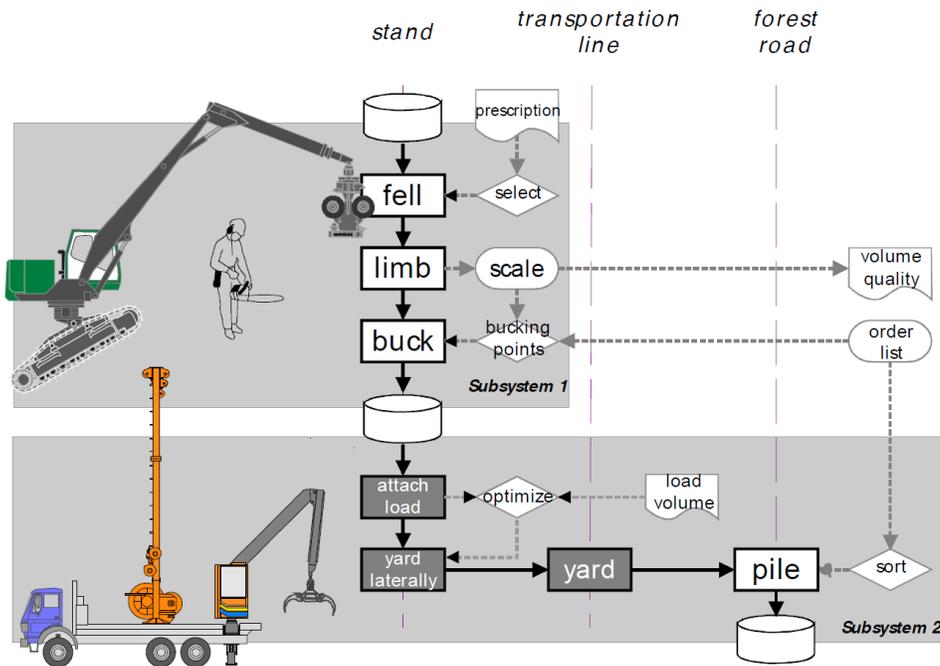


圖 101 Cut to length system(定長切割系統)

(四) 訓練課程-林木收穫作業機械之介紹

1. 塔式集材機

(1) 塔式集材機作業方式

塔式集材機(Tower yarder)又稱為機動塔式集材機，裝設有支柱用之集材塔與集材捲筒，單筒式捲揚機可將主索利用重力垂放至林木搬運地點進行拖曳集材作業；雙筒捲揚機配合塔式集材機作業，則可將主索拉向作業地點。如具備自走功能，可在林道上行走且容易設置集材機。

(2) 適用作業範圍

塔式集材機集材作業系統之集材距離較傳統定張式架空索作業系統短，作業深度以集材道路兩側 100 公尺範圍內之作業效率為最高，適用於疏伐或擇伐收穫之集材作業。

(3) 塔式集材機(Tower yarder)與迴轉式集材機(Swing yarder)之比較

在歐洲有很多陡坡林地是利用塔式集材機(Tower yarder)，而在美國或紐西蘭等林地較平緩地區是採用可迴轉式集材機(Swing yarder)，通常可迴轉式集材機所需要的腹地較大(如圖 102)，所以對於奧地利來說塔式集材機是比較理想的選擇。

Swing yarders (mainly US, NZ)

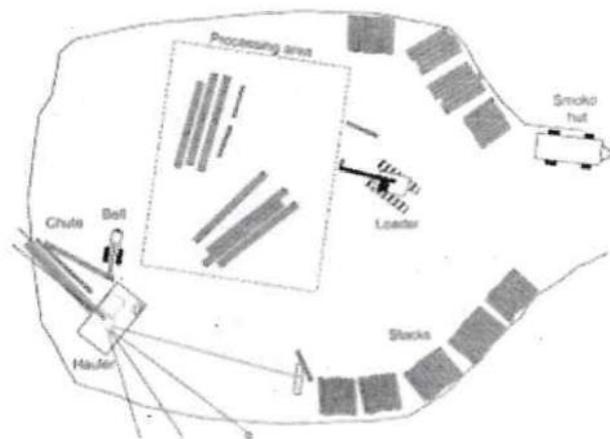


圖 102 Swing yarder(可迴轉式集材)

(4)塔式集材機模型介紹

於訓練中心講解完學理課程之後，講師於訓練中心室內利用塔式集材機模型，說明及示範塔式集材的操作方式，包括無線通訊系統操控，藉由模型瞭解操作員和捆材員兩方如何運作，兩邊控制面板不同，上方操作員有一個搖桿，四個按鈕與一個緊急按鈕；下方捆材作業的面板則有六個小按鈕。(圖 103 及圖 104)



圖 103 利用塔式集材模型示範操作



圖 104 遙控器介紹

2. 搬器

(1) 固定式搬器

第 1 代搬器是以機械方式完成搬器的移動，當上方操作員(operator)想要停在特定位置時，上方架空索會鎖住，之後才能垂下綁繩，而最簡單的鎖住方法是靠卸扣(Shakel)，藉由鉤上綁在架空索上的三角鉤滑車，就能放鬆曳索。(詳圖 105 及圖 106)

第 2 代搬器是利用液壓系統，藉由搬器的滑走來增加液壓，當液壓建立起來之後，就可以在定位鎖住停止，整個運作還是利用機械觸發，同樣是架空索鎖住後，才會放下擺垂，但不用碰撞搬器即可放頂針。

第 2.5 代搬器是利用液壓活塞，將建立起來的油壓靠活塞穩定，並將電路與壓力系統整合，可靠蓄存電力運作，延長作業時間。第 2.5 代搬器使用的是無線電控制系統，搬器內鏈條相當明顯易見。

第 3 代搬器是利用彈簧煞車系統，其原理亦是利用液壓推動頂住齒輪煞車。

第 4 代則是利用回控索控制煞車系統。(詳圖 107)

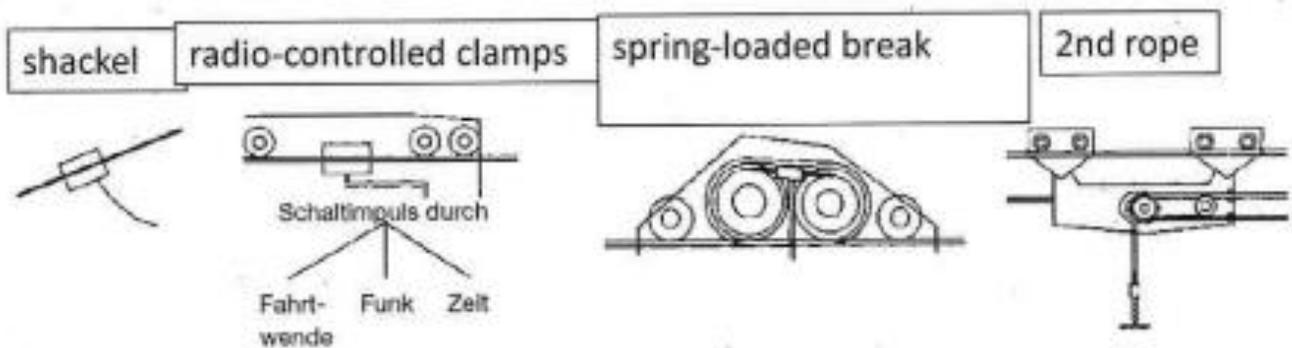


圖 105 將搬器固定在架空索方式



圖 106 講師示範搬器與下方懸掛(為早期的搬器)



圖 107 講師解說第四代搬器

(2) 自走式搬器

自走式搬器不同於前述固定式搬器，自走式搬器內部具有一臺引擎，取代鋼索拉放，使各鋼索作業更具獨立性。(詳圖 108)

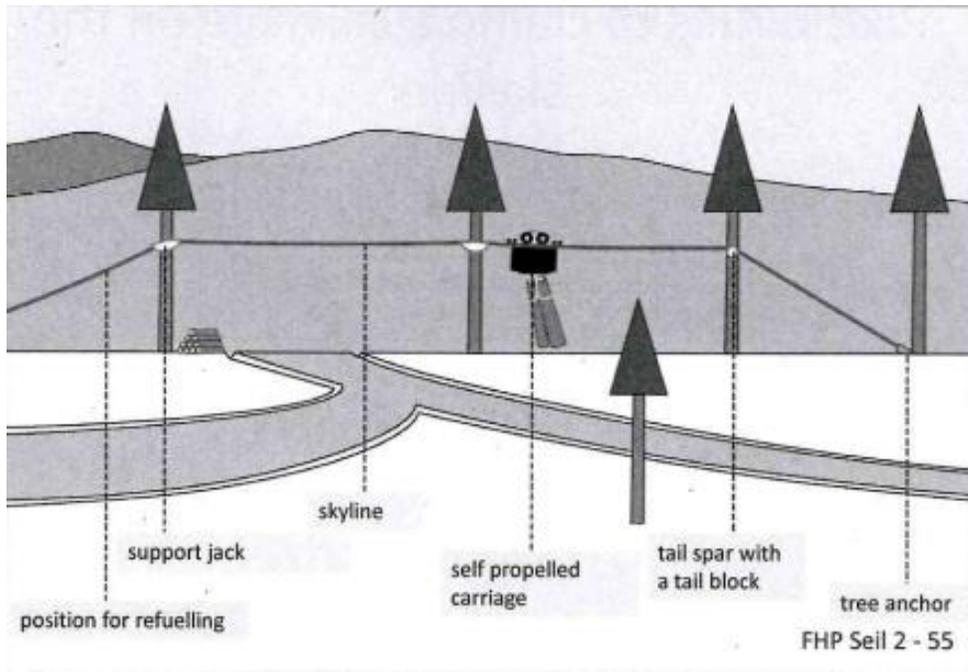


圖 108 自走式搬器

3. 鞍座及其他課程內容介紹(圖 109 至圖 114)

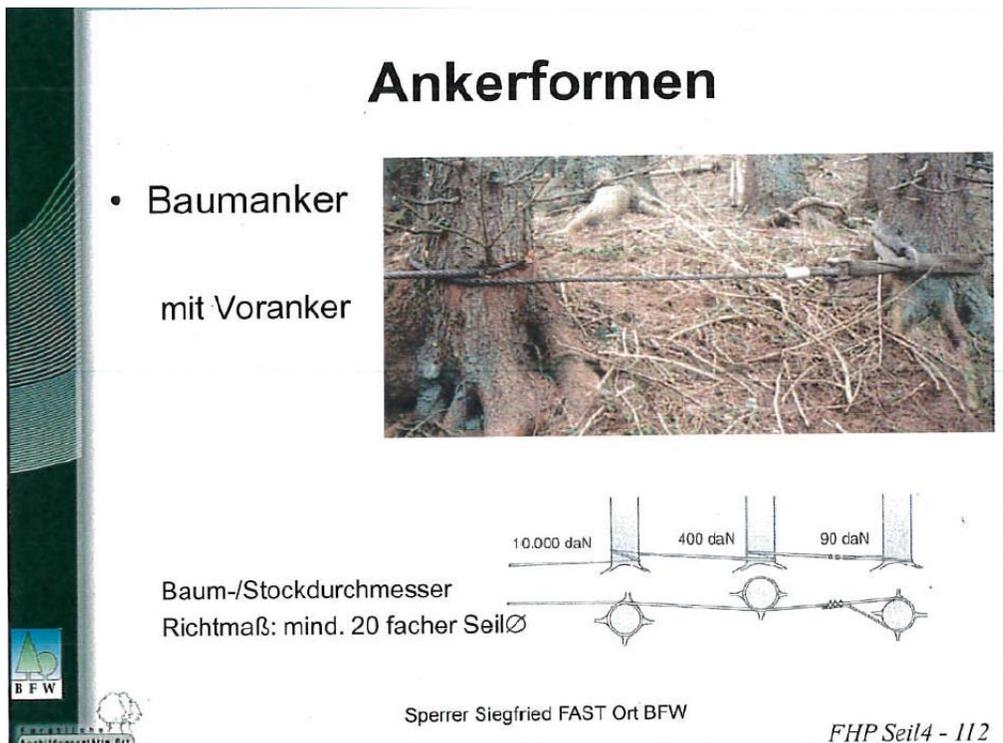


圖 109 鞍座架設



圖 110 介紹鞍座的架設

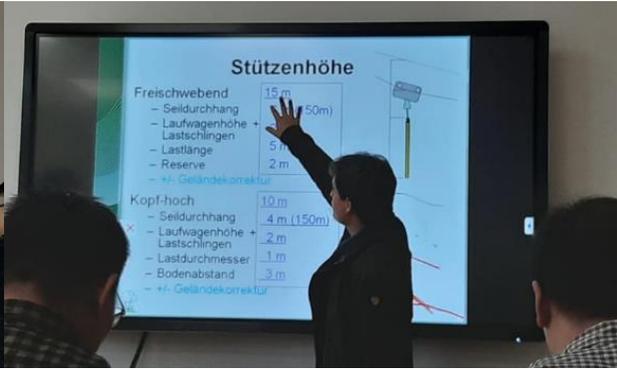


圖 111 介紹架空索的高度

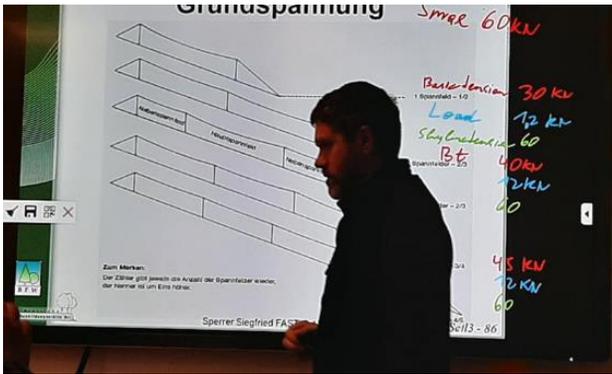


圖 112 介紹架空索的載重



圖 113 考察團員請教講師並專注提問



圖 114 課程展式教具

(五) 訓練課程-電腦輔助模擬操作訓練

此次電腦輔助模擬操作訓練主要為林木收穫機(Harvester)與林內運材車(Forwarder)為主，開放的模擬器有兩臺不同機型，另外也配有 VR 設備，可以直接體驗在虛擬實境中，如何快速進行伐採，但相對難度也非常高。在模擬操作後，則在訓練中心戶外實際操作運材車搬運木材訓練。(圖 115 至圖 118)



圖 115 Dr. Huber 及 Dr. Flonz 教導模擬器的操作



圖 116 學員們輪流練習操作



圖 117 虛擬實境體驗



圖 118 戶外實際操作抓木機

(六) 訓練課程-奧地利陡峭地形集材作業概況

1. 伐採作業區概況

奧地利法律規定皆伐面積不能超過 0.5 公頃，但此次觀摩之林地由於是清除先前受到冰雪損害之風倒木，整個伐採面積略大於 0.5 公頃。該林地屬於州政府所有，州政府將伐採工作發包給林業公司，林業公司伐採後直接將木材運到製材廠，木材品等及材積都利用造材加工機直接計算。(圖 119 及圖 120)

另外林道的設計是按照法規要求，林道寬度以卡車能通過為原則，鋪面大多是碎石路，依碎石大小分為不同徑級(又稱作級配)，路邊會備有一些材料，以備後續因林道沖刷或其他原因導致毀壞時，可儘速修補。



圖 119 作業現場設置統一格式的黃色告示牌，說明伐採期間與注意事項



圖 120 伐採作業現場

2. 作業機具介紹

觀摩林地現場機具為複合造材加工機之塔式集材機，此機型的塔式集材機將架空索放置機臺下方，比其他機型更為安全，此機型屬於大型塔式集材機(塔式集材機規模是依照塔柱高度、承載量與集材距離來區分)，能有效將集材原木立即進行去枝與造材，縮短整體操作時間。在艙內操作面板上，造材加工機的右方控制面板主要是控制抓斗的移動與動作，左手邊則只備搖桿。林內集材機則備於林道前端，可以快速將造材放入卡車。

3. 作業現場

在操作順利情況下，以當日為例，一天 6 小時工作時間的產出大約為 150 立方公尺，平均每人每天產出約 50 立方公尺。而一般塔式集材範圍約 300 公尺，每小時工作量(3 人一組)大約為 13.7-16.3 立方公尺，以每日工作量六小時為例，每日生產

約 90 立方公尺，由於此次觀摩之林地相當靠近林道，障礙物少且為皆伐，所以產出量較高。至於製材完的餘料，大多會留在林地作為下一輪生長養分。另外藉由此次觀摩也觀察到許多林木收穫機操作細節，例如於造材加工機抓斗處中間備有計算長度的滾輪，一旦開始製材，就可精準判斷裁切長度，可以避免人為操作誤差，有效提升作業校率。（詳圖 121 至圖 134）



圖 121 林內集材機正面



圖 122 林內集材機側面



圖 123 林道寬度以卡車可通過為原則



圖 124 支撐索



圖 125 運用切口來協助支撐索

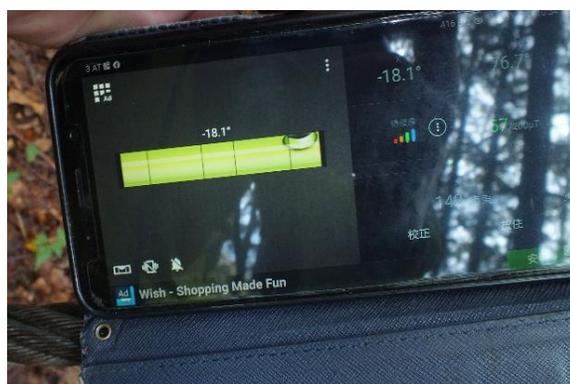


圖 126 測量繩索的角度



圖 127 Dr. Huber and Sage 講解機型



圖 128 造材加工機抓斗



圖 129 右手邊為造材加工機操作面板與搖桿及塔式集材遙控器



圖 130 左手邊為塔式集材機無線通訊與造材加工機搖桿



圖 131 架空索置於機臺下方



圖 132 機臺側邊



圖 133 繩索拉力表



圖 134 殘材堆放在林地內

(七) 訓練課程-集材架線現場實習

實習內容主要為中間柱鞍座與支撐索架設，先辨別中間柱、尾柱位置，之後將塔柱對準，架設鞍座基本上都會拉兩圈繩索，另外在支撐索(Guyline)的設計上，為了防止繩索鬆脫，所以上面還作了切口，繩索的角度設在-18 度，也就是+72 度，相當靠近理想的 75 度。而這四條支撐索的中間兩條角度也設在 30 度。從支撐索架設到中間柱鞍座架設都是由學員自行操作完成，也從中學習到許多小工具的運用，可以提升作業之準確度與效率並確保作業安全。(詳圖 135 至圖 145)



圖 135 架設鞍座



圖 136 練習中間柱如何選擇



圖 137 架設 guyline



圖 138 K301 塔式集材機



圖 139 K301 塔式集材機



圖 140 中間柱與尾柱



圖 141 從尾柱到塔柱的直線



圖 142 架設中間柱的鞍座



圖 143 練習捆綁兩圈的鞍座



圖 144 運用兩圈的鞍座確保繩結不會鬆脫



圖 145 利用引張器計算拉伸強度

二、AustroFoma 林業機械展研習

(一) 機械展之活動概況

AustroFoma 為國際最盛大的林業機械展，每四年舉辦一次，本次舉辦地點位於奧地利 Forchtenstein，展期自 2019 年 10 月 8 日至 10 月 10 日，每日上午 8 時 30 分至下午 5 時，計有 150 家林業機械公司參展，包含: Koller、Latschbacher、Wahlers、Waldburg Forestmaschinen Wolfegg 等國際大廠，展示機械包羅萬象，從四輪林業用曳引機到安全防護設備都有，展場分為「生物能源村」和「AustroFoma 村」、「AustroFoma 巡迴展示區」，主要展示集中在 AustroFoma 巡迴展示區，機械通常都會直接進林地內示範。整個展場非常震撼，在展區 6 公里沿路上擠滿人潮，超過 2 萬人參觀(詳圖 146 至圖 152)。不同於木材加工設備，臺灣在大型林業機械展示幾乎不曾出現，以 2019 年德國漢諾威木工機械展為例，臺灣為展場內第 6 大參展國，但在林業機械展卻未見任何臺灣廠家。



圖 146 AustroFoma 村



圖 147 巡迴展示區



圖 148 生質能源村

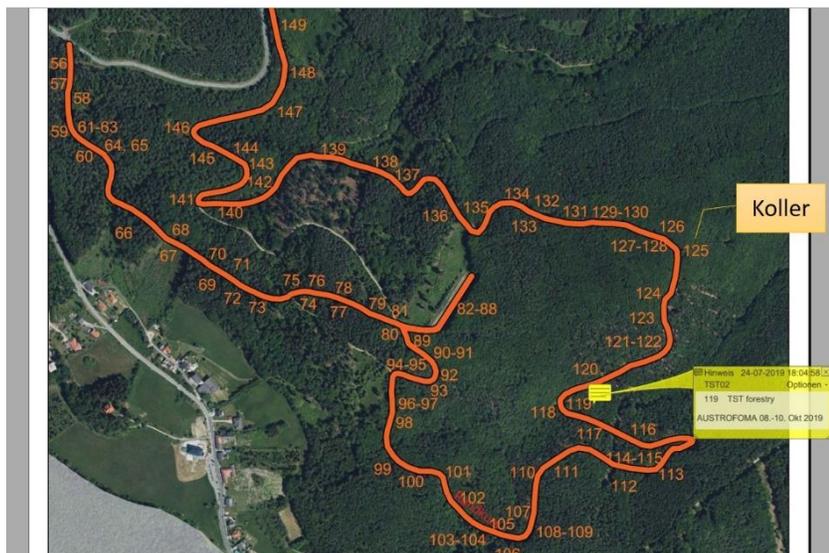


圖 149 AustroFoma 攤位分布



圖 150 AustroFoma 的展示區域



圖 151 參觀群眾將近 2 萬人

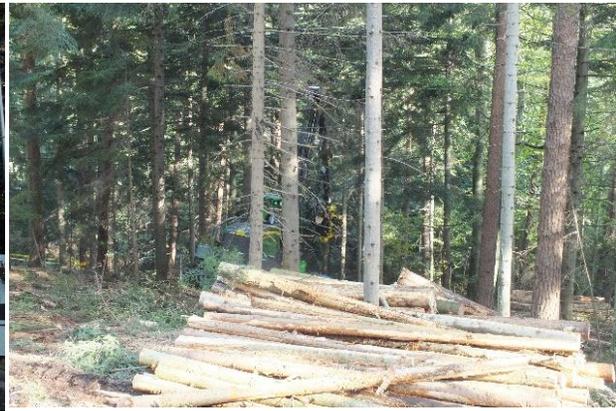


圖 152 機械進入林地內示範

150 家出展廠商資料整理如表 7

表 7 AustroFoma 林業機械展廠商分類表

編號	展示分類	展示廠商攤位編號
1	林業教育及訓練	45, 78, 79, 79A, 151
2	書籍、期刊雜誌	1, 8, 35, 35A, 38
3	森林植物及種子	3, 48
4	植樹造林	3, 4, 10, 36
5	森林管理、經濟計畫、GPS 及 GIS 應用軟體	2, 9, 10, 11, 14, 22, 37, 38, 72, 115
6	森林維護、施肥及植物保護	7, 10, 56, 81, 151
7	林道開發修復	68, 111, 137, 141
8	林業用服裝及防護裝備	16, 20, 32, 33, 40, 49, 50, 61
9	鏈鋸(Chainsaw)及林業用工具	12, 13, 24, 25, 26, 39, 40, 41, 91, 105, 118, 140, 142
10	林木收穫機(Harvester)及造材 加工機(Processor)	40, 58, 65, 69, 70, 71, 75, 76, 108, 109, 112, 113, 114, 119, 120, 132, 134, 136, 145, 147, 150
11	裝載式集運材拖車 (Forwarding trailer) 及絞盤 (Winch)	61, 63, 64, 66, 70, 71, 76, 77, 89, 90, 98, 99, 102, 108, 110, 111, 114, 116, 117, 118, 120, 121, 124, 127, 128, 133, 135, 138, 145, 146
12	裝載式集運材車(Forwarder) 及附起重機拖車(Crane trailer)	60, 64, 66, 71, 75, 77, 98, 111, 112, 119, 120, 136, 145
13	上坡及下坡集材用塔式集材 機(Tilting mast cranes)	100, 109, 119, 125, 132
14	長距離架線(Long-distance cableway)	99, 100, 119, 124, 125, 132, 139
15	木材裝載用起重機>Loading Crane)及配件	51, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 64, 66, 69, 73, 76, 87, 98, 99, 106, 108, 109, 114, 121, 123, 127, 129, 148, 149
16	曳引機(Tractor)(全車輪型、飼 料專用型、連結型)	6, 57, 61, 62, 67, 75, 110, 111, 115, 121, 122, 126, 127, 128, 146
17	林業用鏈條、鋼索、繩索、 五金配件及輪胎	5, 18, 20, 27, 30, 34, 47, 59, 99, 107, 137, 144, 149
18	通信設備、無線電控制	46, 92, 101, 135, 136, 143
19	液壓系統及維修服務	17, 23, 28, 29, 31, 51, 76, 131
20	木材標示及量測	15, 21, 40, 95 (含水率計)
21	劈木機(薪材)、破碎機、 圓鋸機等機械	74, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 93, 96, 103, 104, 124, 129
22	其他	19(3M 產品)、36, 43, 44(林業保險)、38(座椅)、42(木 製品)、94(生值能協會)、97(包裝袋)

(二)現場展示機械介紹

1. 伐木機械

機械伐木較人工伐木速度快、作業效率穩定且安全性高，在天候地形狀況良好情況下，一臺伐木聚材機每小時可完成 200 株立木作業量，每株立木伐採時間僅需 3 到 6 秒，其效率遠高於人工鏈鋸伐木需要 30-90 秒始能完成的伐木作業。機械伐木依其功能可分成三種不同的類型：(詳圖 153 及圖 154)

- (1)單功能伐木機械(Feller)，僅能做到定向伐木的要求。
- (2)雙功能伐木聚材機(Feller-Buncher)，能伐倒立木之後，搬移成堆。
- (3)多功能林木收穫機(Harvester)，具備立木伐倒、除枝、剝樹皮、造材及原木堆疊等功能。



圖 153 單功能之伐木機(Feller)與雙功能之伐木聚材機(Feller buncher)



圖 154 適合不同地形坡度之林木收穫機(Harvester)

2.地面系統集材機械

集材作業是將倒木或原木從伐木現場搬移至臨時集材場的作業程序，可區分為地面集材與架線集材兩個系統。地面集材適合於緩坡地形，以履帶式或輪胎型車輛將木材集運至集材區，其作業方式如下：(詳圖 155 至圖 158)

(1)地曳式集材

地曳式集材是利用拖拉機 (Skidder) 將木材直接以地曳方式拖出，地曳方式一般利用大徑材或全幹材之搬出，但有損傷木材之缺點。

(2)半裝載式集材

半裝載式集材是以附有抓鉤或絞盤之重型車輛，將段木舉離地面，搬運至集材場的作業方式，比地曳作業方式，木材損傷較少且每次作業量較高。

(3)裝載式集材

裝載式集材是將木材裝載於運材車或裝載式集運材車(Forwarder)直接搬出，此種作業適用於經造材後之中小徑材搬運，雖裝卸較費工但不損傷木材，有利於較長距離之搬運。

由於半裝載式或裝載式集材並不是將原木於地面拖曳前進，對集材路徑地表損傷較小，過溪集材時對溪水水質的影響也較小；也因為載運之原木長度較短，且堆疊車後之平臺，移動時對留存立木的損傷較拖曳式集材作業為低，裝載量較大，尤其在長距離集材時之經濟效益較地曳式集材方式高。當單位面積林木蓄積量小，或超過 500 公尺的集材距離時，採用本項作業方式，可節省道路施設花費；但購置設備成本較高，且因車輛重心導致無法於陡峭地形作業，為其限制因素。



圖 155 半裝載式地面集材車



圖 156 裝載式地面集運材車(Fordwarder)



圖 157 裝載式地面集運材車(Fordwarder)適用造材好的原木搬運，可載運較遠的距離

(4)履帶式集材機

履帶式集材機適用地形較廣，如更換堆土器械，則具小型土方工程能力，尚可進行道路工程。履帶式車具對土壤造成的壓力較小，對土壤壓實的傷害較輕，但在轉彎時，卻對地表土壤產生較大損傷。

(5)輪胎式集材機

輪胎式集材機具之操控性高，配合收穫作業現地狀況，有不同大小及型式的機具可供選擇；使用胎面較寬的輪胎，可降低對土壤造成的壓力，及增加作業時之穩定性。在擇伐作業時，則選用胎面較窄的輪胎，便於在較狹窄的集材路徑上行動，在傾斜坡面作業時，可以加掛鐵鍊，以增加抓地力與延長輪胎壽命。



圖 158 輪胎式與履帶式集材機

3.架線系統集材機械

架線集材系統是利用集材機械與鋼索，將伐倒之林木，利用搬器(Carriage)搬運至集材場的作業程序，適用於地形陡峭或土壤鬆軟處，以及地面收穫系統無法運作之收穫作業。由於架線集材系統可集材量高，因此作業區內需有足夠數量的高經濟林木，才能發揮其成本效益。不同集材設備有不同作業能力，無論皆伐或擇伐，都可採用架線集材(包括上、下坡集材)；集材距離可達到數百公尺或數千公尺之遠，為所有地面收穫系統所無法比擬。作業方式如下：(詳圖 159 至圖 162)

- (1)橇式(固定式)集材機(Sled yarder)
- (2)塔式集材機(Tower yarder, Tilting mast crane)
- (3)配合挖掘機之迴旋式集材機(Swing yarder)



圖 159 橇式（固定式）集材機(此照片為國內拍攝，作為參考比較)



圖 160 塔式集材機與迴旋式集材機示意圖



圖 161 不同自走功能之塔式集材機(卡車式)



圖 162 不同自走功能之塔式集材機(曳引機式)

4.林業機械展其他展項

林業機械展中，也有很多政府官方組織，或是訓練中心都設有攤位，BFW 攤位主要介紹模擬器操作，FBZ 則是著重在鍊鋸部分。至於生質能源區部分，展出機械包括有固體造粒機、碎片機及相關設備等都有展示。另外，還有很多林業相關設備也在此次林業機械展展示，例如在輪胎上的鐵鍊或履帶、以馬為動力的集材表演、大型機械到小型鍊鋸的所有相關配備，以及高科技虛擬實境操作，都可在這次展覽中一窺究竟。(詳圖 163 至圖 174)



圖 163 BFW 攤位



圖 164 BFW 攤位的 PC 版模擬器



圖 165 FBZ 攤位



圖 166 FBZ 攤位的鍊鋸介紹



圖 167 生質能源區



圖 168 履帶



圖 169 馬力集材表演



圖 170 配件類展示



圖 171 配件類展示



圖 172 鋸木比賽吸引人群



圖 173 虛擬實境應用

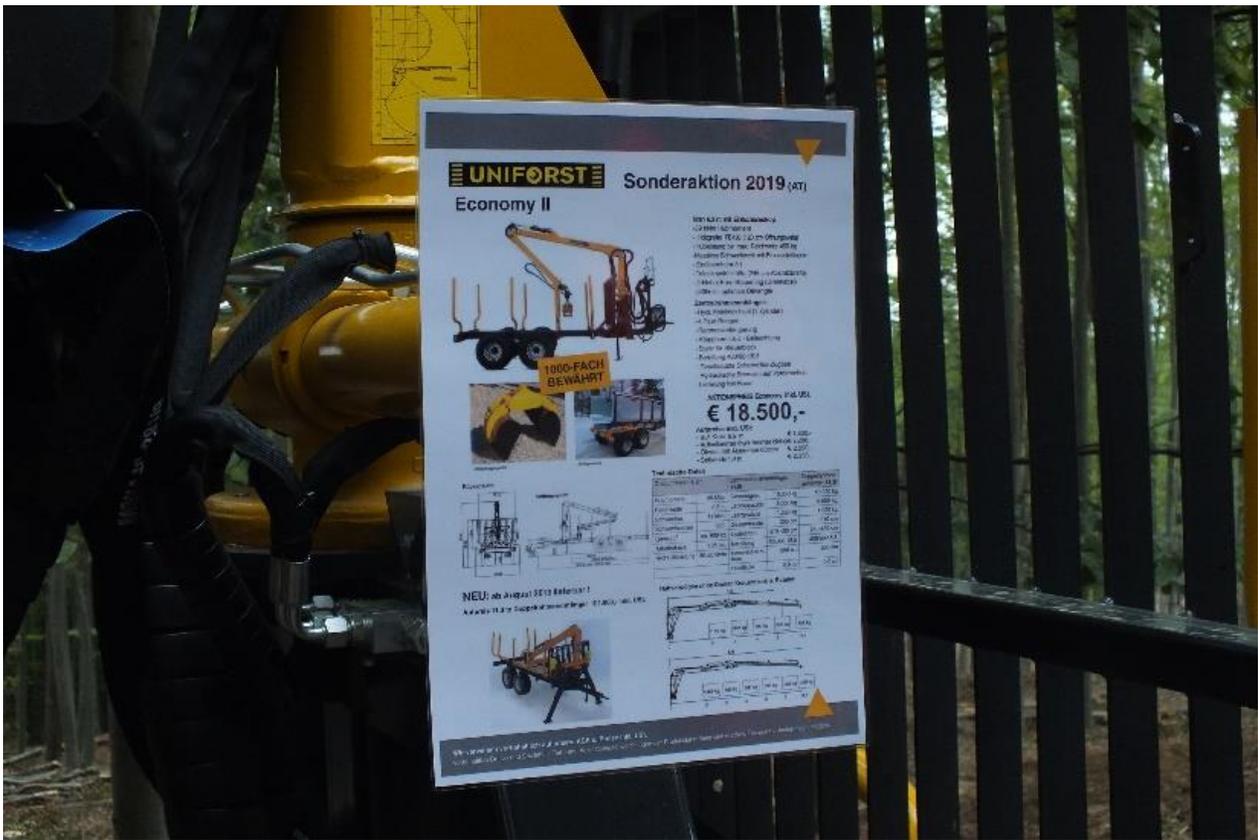


圖 174 中歐林業機械相當平價

三、Formec國際林業工程研討會

(一) Formec 國際林業工程研討會介紹

Formec 是國際林業相當具有代表性的會議，結合來自世界各國專家交流有關森林經營、林業科學等研究成果與經驗分享，透過合作方式收集新知，以提升林業專業科學領域相關技術。自 1966 年於斯洛伐克茲沃倫舉辦第一場會議，至本次(2019 年)已是 Formec 第 52 屆研討會，且本次會議特別與第 42 屆森林工程會議 COFE (Council of Forest Engineering)共同擴大舉辦，這也是 COFE 首次由美國移師至歐洲舉辦的學術會議。本次會議有來自 30 個國家(或地區)約 280 位人員與會，兩天的會議內容有高達 18 場的小型分場會議，118 篇的口頭摘要和 66 篇的海報摘要，提供了森林工程研究和技術最新發展訊息。

(二) 2019 年 Formec 國際林業工程研討會議題

本次研討會以「**Exceeding the Vision: Forest Mechanisation of the Future**」展望林業機械化的發展願景為主題，並邀請六位來自挪威、奧地利、瑞典與美國的國際林業專家，分別主持研討議題包括：

1. Rasmus Astrup - 利用數位化林木收穫流程藉以提升環境品質和產出之效率
2. Chad Bolding - 兼顧維持森林永續性並降低對環境的衝擊
3. Woodam Chung - 森林工程的永續發展
4. Hans R. Heinimann - 智慧林業
5. Martin Kühmaier - 林業的生命週期評估
6. Josef Primus - 地曳與地表保護

(三) 林業機械與人的關係探討

本次會議討論有關林業機械的使用，呈現「科技始終來自人性」的核心價值，並應考慮到「勞工」、「機械」與「社會環境」三方面的關係，由本次考察團員分享心得內容摘述如表 8，及參考圖 175 與圖 176：

表 8 林業機械與人的關係對應表

對應關係	因應問題	改善對策
1.人與機械	(1)人因設計	
	高齡化趨勢	顯示與操作介面調整
	女性勞動力加入	可調式架式座艙
	職業衛生	電動鍊鋸無廢氣低噪音
	(2)安全設計	主動偵測與防護
		輔助人員作業
2.機械與社會	環境友善的研究設計	作業道壓實或路面土砂沖蝕 研究與改善
		減碳、低耗油及低廢氣排放
		林火防治
3.勞工與社會	(1)公共關係發展	林業形象改善
		一日體驗活動
	(2)人力招募	職業教育訓練
		線上課程



圖 175 作業區上方防護網的安全設計

Sunday, 06 October 2019

Time	Room 1	Room 2	Room 3
17:00-19:00		Registration	
19:00-21:00		FORMEC 2019 Ice-Breaker	

Monday, 07 October 2019

Time	Room 1	Room 2	Room 3
08:45-09:15		Welcome	
09:15-10:00	Keynote 01		
10:00-10:30		Coffee break	
10:30-12:30	Session 01	Session 02	Session 03
12:30-14:00		Lunch & COFE Business Meeting	
14:00-16:00	Session 04	Session 05	Session 06
16:00-16:30		Coffee break	
16:30-19:00	Session 07	Session 08	Session 09
20:00-22:30		Conference Dinner	

Tuesday, 08 October 2019

Time	Room 1	Room 2	Room 3
08:00-10:00	Keynote 02		
10:00-10:30		Coffee break	
10:30-12:30	Session 10	Session 11	Session 12
12:30-14:00		Lunch break	
14:00-16:30	Session 13	Session 14	Session 15
16:30-17:00		Coffee break	
17:00-19:00	Session 16	Session 17	Session 18
19:00-19:15		Closing	
20:00-23:00		Gala Dinner & Award Ceremony	

Keynote 1 ↕



Rasmus
Astrup,
NIBIO ↕

Keynote 2 ↕



Chad
Bolding,
Virginia
Tech ↕

Keynote 3 ↕



Woodam
Chung,
Oregon State
University ↕

Keynote 4 ↕



HansR.
Heinemann, +
ETH Zürich ↕

Keynote 5 ↕



Martin
Kühmaier, +
BOKU ↕

Keynote 6 ↕



Josef Primus, +
PEWAG
Austria ↕

圖 176 Formec 會議流程

四、結構用工程木材製造-以 Hasslacher 為例

(一) 直交集成材 (Cross Laminated Timber, CLT) 介紹

直交集成材 (Cross Laminated Timber, CLT) 於 1990 年在歐洲開始發展成為新興的建築材料，CLT 是將木材相鄰層以 90 度疊放，並於層與層間使用高強度木工膠料，經壓密黏結成板材，可以依照需求訂製尺寸，由於木材為 0 度與 90 度交錯方式組合，其強度甚高，可替代鋼筋混凝土，因此可當作主結構承重和非承重結構材使用。2016 年的 CLT 市場價值約為 4.7 億美元，從 2009 到 2016 年成長了約 16%。

(二) Hasslacher 公司簡介

本次參訪 Hasslacher 公司，是歐洲生產 CLT 和 GLT(結構用集成材)最具規模的製材公司之一，員工約 1,500 人，在歐洲有八個廠區，其中四個位於奧地利，兩座位於德國，俄羅斯與斯洛維尼亞各一座。本次前往了兩個廠區，分別位於 Sachsenburg (主要著重在製材與 Glulam 膠合木製造)，及位於 Latzendorf(著重在 CLT 生產)。Hasslacher 公司每年製材量約 76 萬立方公尺，其中板類約 16 萬立方公尺、建築用 GLT 約 11 萬立方公尺，GLT 約 38 萬立方公尺，CLT 約 6 萬立方公尺，木質顆粒燃料約 9.7 萬公噸，即產生 1 億 8 千萬瓦的熱與 7 千 5 百萬瓦的電力。使用的樹種主要是雲杉(Spruce)，其次為松(Pine)、冷杉(Fir)及落葉松(Larch)。(詳圖 178 至圖 182)

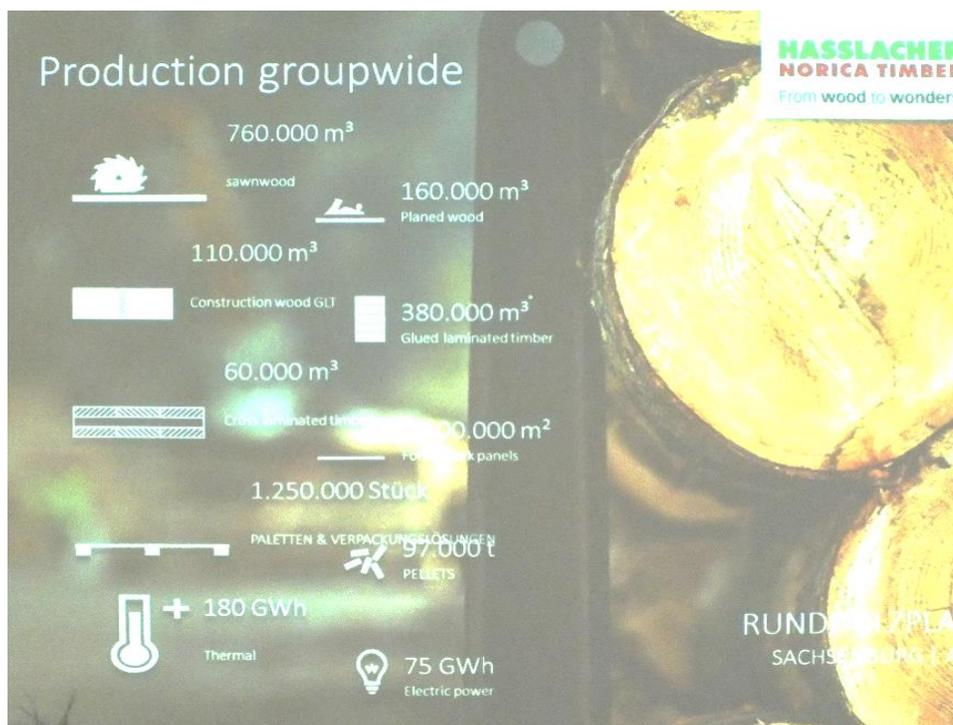


圖 178 Hasslacher 公司簡介



圖 179 Sachsenburg 廠區(生產 GLT 為主)



圖 180 Latzendorf 廠區(生產 CLT 為主)



圖 181 Sachsenburg 廠區外部



圖 182 廠區解說

1. Sachsenburg 廠區（生產 GLT 結構用集成材為主）

Sachsenburg 廠區採自動化生產，僅一位女性工作人員處理部分商品平整度的微調，內部設有檢驗中心，進行產品抽驗，及其他產區的抽驗都會嚴格執行。（詳圖 183 至圖 185）



圖 183 Sachsenburg 廠區內部



圖 184 GLT 成品



圖 185 切削刀具頭

2. Latendorf 廠區（生產 CLT 為主）

CLT 是 Hasslacher 近期非常重要的工程木材，主要的銷售對象在奧地利、德國、義大利和日本，Hasslacher 除了在 Latendorf 這個廠區，也在德國即將開啟另一個生產線。在廠區介紹的部分，基本上 Latendorf 把廠區分成五大部分，第一個區為切削製材區，第二區為乾燥區，第三區為佈膠區，第四區為堆積區，最後一區為加工區。（詳圖 186 至圖 188）



圖 186 Latendorf 廠區外觀

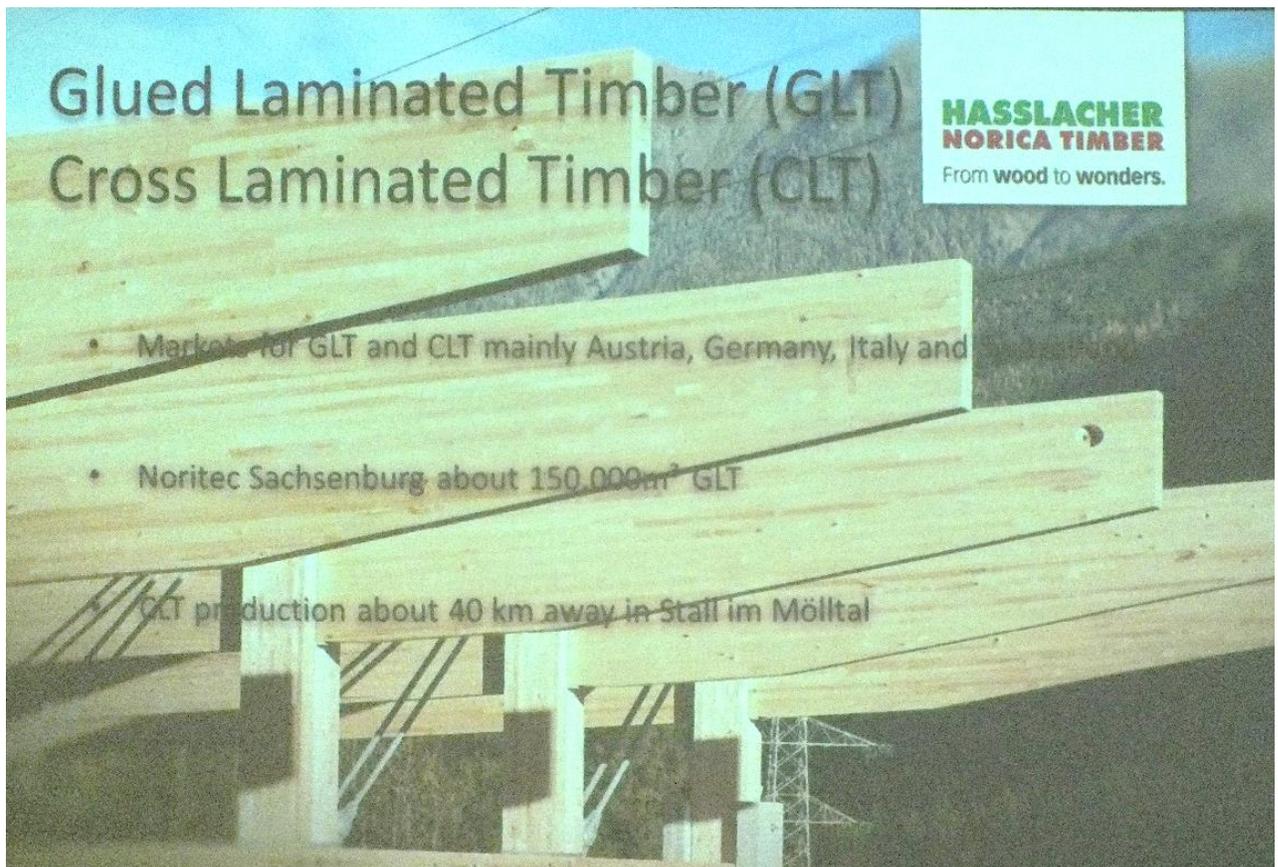


圖 187 工程木材的生產量

工廠裡面使用的是 Kallesoe Machinery A/S 來製作 CLT，此機器是利用高週波的原理來進行膠的硬化，整個堆放和硬化的流程如下圖所示，此機器每 7.5 個小時(大約是每一輪班的時間)可產出 75-80 立方公尺，若 24 小時輪班，一個月以 20 天計，一個月大約產出 4,500-4,800 立方公尺，一年約 54,000-57,600 立方公尺，一臺機器就可以滿足現在每年供應量的需求。但因 CLT 需求每年都在上升，因此 Hasslacher 公司為因應不斷上升的需求量，將會在德國開設新廠，來供應更多的 CLT。



圖 188 Kallesoe Machinery A/S

(三) CLT 製作流程

1. 堆疊直交板 (圖 188 的 zone1 區)

(1) 步驟 1：以機械手臂放上木材

木材進行壓製前，首先利用機械式吸盤將 16 片木材放上生產線(lay-up)作為第一層。

(2) 步驟 2：佈膠

堆疊第一層木材後再佈滿膠合劑，Hasslace 公司主要使用 MUF 膠合劑，所以產品主要應用範圍應該是在室內使用。

(3) 步驟 3：堆疊

佈膠後再堆疊直交的第二層，通常 CLT 可以堆疊 3、5、7 層甚至更多，所以會不斷地重複上述機械手臂放置、佈膠、堆疊直交板，直到所需厚度。這臺機器長度限制約 20 公尺，厚度只要在 40 公分以內皆可。(詳圖 189 至圖 191)



圖 189 步驟 1 以機械手臂放上第一層木材



圖 190 步驟 2 膠合劑佈滿整個木材表面



圖 191 步驟 3 堆疊直交的第二層，再重複步驟 1 至 3 直到所需厚度

2. 側邊定向排位 (圖 188 的 zone2 區)

直交板堆疊完成，所有的元構件會被推至壓製箱內，若長於壓製箱 4 公尺以上，則以階段方式逐步壓製，壓製方向不只單一方向(Top)，側邊(Side and end)也會輔助壓製，側邊定向將所有木片都在放在正確位置上。

3. 壓製 (圖 的 zone3 區)

側邊定向完成之後以液壓為動力壓製木材，同時運用高週波以利膠合劑硬化，因此在參觀工廠內並沒有強烈甲醛味。通常液壓控制在 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ (150PSI)，上方具有多個獨立液壓桶，可以依照成品的形狀去決定是否要給予液壓壓製，而其高週波的能量最高可以高達 200 千瓦，由六個控制器所調整。

4. 卸載(圖 的 zone4 區)及後續裁切與砂磨

木材完成壓製後進入卸載區，再進到生產線的下一個部分，進行裁切與砂磨。在製作過程中，如整個板面需要開窗或開門，會先行裁切，以減少木料和膠料的浪費。整個製成時間受到許多因子影響，包括：膠的類型、每一單元厚度，以及層數等。(詳圖 192 至圖 196)，(圖 197 為廠區外新建的 CLT 建築及團員合照)



圖 192 側邊定向排位



圖 193 壓製



圖 194 利用高週波(左)加速膠合劑硬化



圖 195 砂磨



圖 196 CLT 成品，其直交積層的特色



圖 197 廠區外新建的 CLT 建築及團員合照

五、奧地利生質能源小鎮 Güssing 介紹

(一) Güssing 小鎮歷史背景

Güssing 小鎮位於奧地利東部的 Burgenland 省，Burgenland 面積為 3,966 平方公里，人口約 28 萬人；Güssing 行政區面積 485 平方公里，人口約 2.6 萬人，而小鎮面積則只有 49.3 平方公里，人口約 4 千人。在 1980 年代中期，奧地利進行大規模經濟調查，Güssing 為奧地利最貧窮地區(詳圖 198，越淺黃色區域代表越貧窮，最淺的黃色代表其年收入不到 2 萬歐元)，其貧窮原因歸納為 7 項：

1. 只具小型農業結構
2. 交通基礎建設不良
3. 位於匈牙利共產國家旁 45 年深受其影響
4. 極高失業率
5. 沒有工業進駐
6. 超過 70% 的人口都仰賴通勤
7. 居民移出比率高

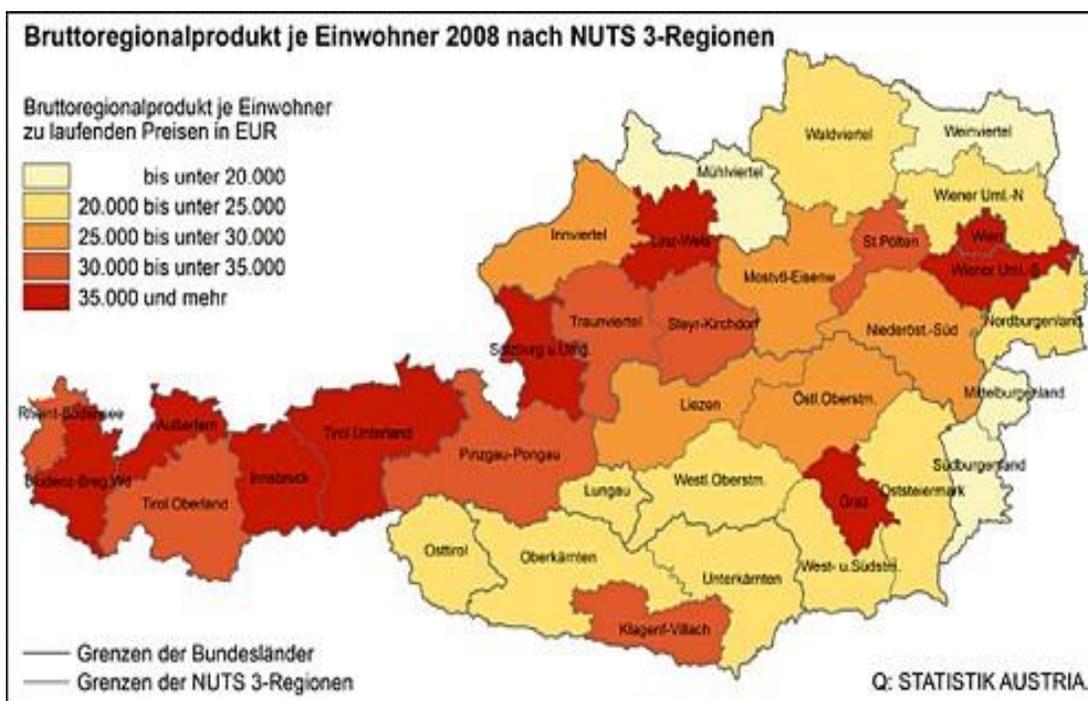


圖 198 奧地利在 2008 年的收入分佈圖

(二) Güssing 能源小鎮發展構想

由於 1980 年代中期調查發現 Güssing 小鎮為奧地利最貧窮地區，於是奧地利政府針對 Güssing 小鎮的經濟結構分析，發現能源付出過高，因此提出了一個新的經濟結構，稱為「Güssing model」，希望藉此提升 Güssing 小鎮居民收入。舊的經濟模式中，居民或農民都必須付出龐大費用來購買能源，包含石油、天然氣、電力或是燃料，若這些金錢可以回到農民身上，則可幫助整體產業發展，這些能源製造者，可以是太陽能農場、林業或是農業，Güssing 小鎮可因此降低對石化燃料的依賴，並可提升區域的經濟價值。(其經濟模型詳圖 199)

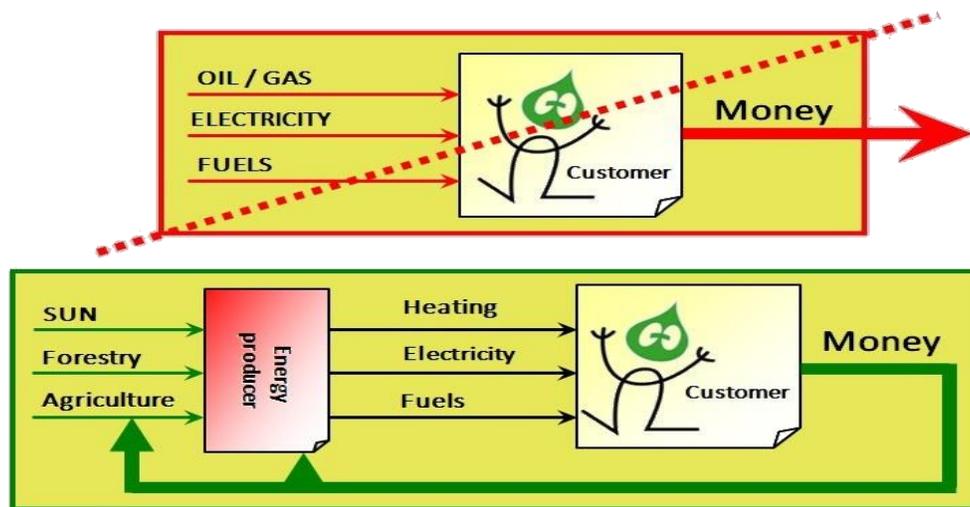


圖 199 舊的經濟模式(上)與新的經濟模式(下)，差別在於能源費用可回饋至農民

(三) Güssing 能源小鎮發展過程

前述「Güssing model」計畫的重要里程碑，大致可分為 1990 年開始著手調查能源效率和生質能源的潛力；2001 年開始從生質能源和太陽能產出電力；2008 年開始幾項比較大的研究計畫，例如天然氣、合成氣等；2010 年則是著重在氣化技術與太陽能板技術。將 2005 年與 1991 年能源產值比較結果，可發現區域經濟在模式更換後，增加 13 億歐元，與汽油和天然氣相比，在 1996 年後，小鎮的能源價格相對非常穩定，而全球油價則相對波動。(詳圖 200 及圖 201)

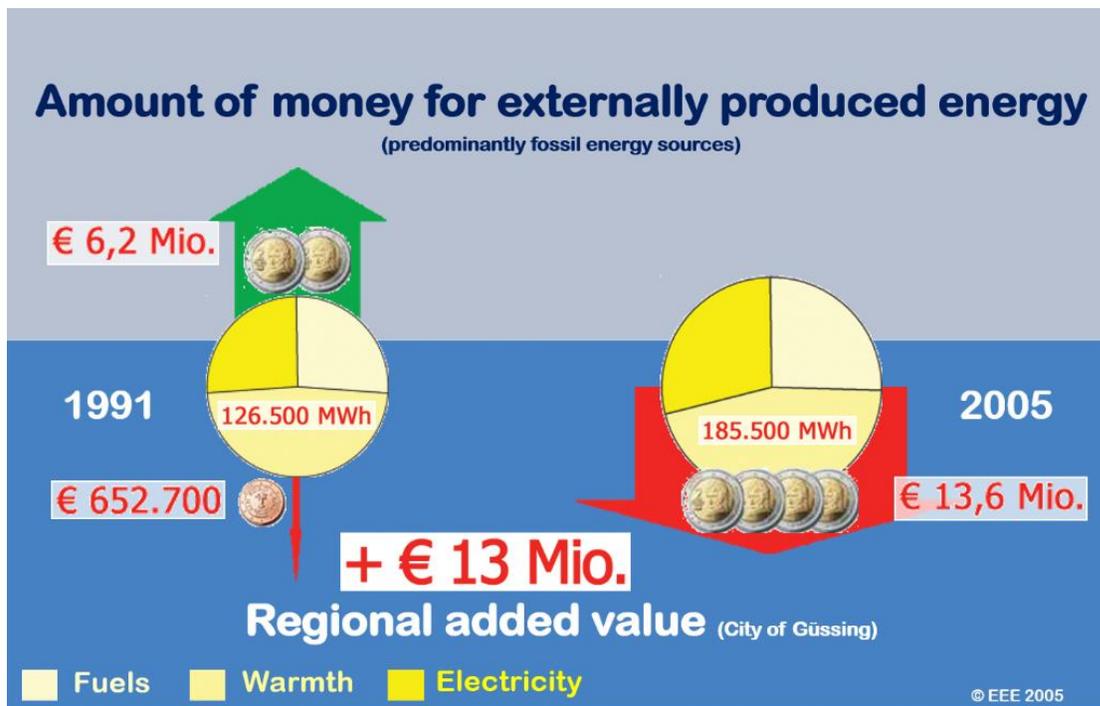


圖 200 2005 年與 1991 年 Güssing 小鎮之能源產值比較，2005 年增加 13 億歐元

The cost of heat from 1988 till 2009 compared to the price of oil

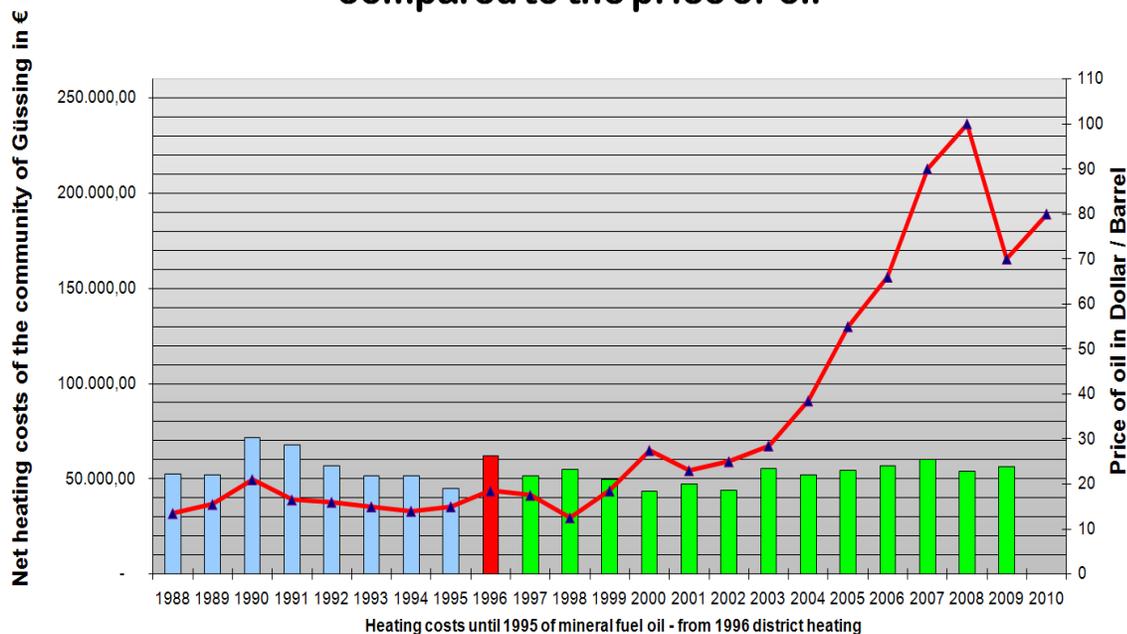


圖 201 1988 年到 2009 年油價與小鎮能源價格比較，小鎮能源價格(綠色長條圖)相對穩定，而全球油價(紅色曲線)則相對波動幅動大

(四)Güssing 能源小鎮發展現況

1.第一代生質能源熱電共生廠

(1)1996 年 Güssing 小鎮建置第一個生質能源發電廠，主要以木粉與廢木料為主，但計算成本後，由於木料價格不斷上漲，因此第一座生質能發電廠並沒有成功，後來則改為較小型的生質能發電廠，不再設置大型生質能發電廠。

(2)2001 年起 Güssing 小鎮建置了氣化設備，藉以產出熱、電力、合成氣、液化燃料等，一年產出大約 200 萬瓦電力與 450 萬瓦熱能。

(3)2008 年與維也納 Boku 大學合作，建置一個較小型氣化廠，一年產出 420 千瓦熱能與 182 萬立方公尺合成氣。

2.第二代汽電共生廠

第二代生質能源技術，主要為 Fischer-Tropsch 合成反應，利用生質物生產柴油與石油，並進一步利用生質物氣化程序合成汽車所需燃料；目前流體化床氣化程序中有部分的產氣線被分離注進 Fischer-Tropsch 反應器。此試驗工廠已於 2005 開始運作，此反應器設計每小時產生約 0.5~1 升之燃料。

3.沼氣發電廠

2010 年 Güssing 小鎮開始發展沼氣製備，每年將 1.2 萬公噸的雞糞、芒草，穀物殘渣等農林廢料投入發酵槽中產生沼氣發電，發酵槽內使用從牛胃發現的酵素來分解農林廢料，發酵後產品為甲烷與二氧化碳。每年可產生 720 千瓦電力與 800 千瓦熱能，這些產出能源可以供給當地食品業使用。發酵後之殘渣沒有發臭，依然是草香味道，可以直接排除或可用於施肥，如雞所食用的玉米栽培(與食品業的合作模式)，及增加芒草生長(與農林業的合作模式)。

4.生質熱電共生廠與太陽能廠整合系統

自 2012 年起，PV 太陽能板開始大量在小鎮住家屋頂上裝設，並將生質能源之熱與電的產出系統整合，包含太陽能屋頂區、生物質儲存區、鍋爐區及控制室，透過系統整合可充分提供小鎮上所需能源。



圖 202 1996 年第一代生質能源
熱電共生廠



圖 203 第二代生質能源熱電共生廠



圖 204 第一代熱電共生廠外圍



圖 205 第一代熱電共生廠區道路



圖 206 2001 年第一代汽電共生廠



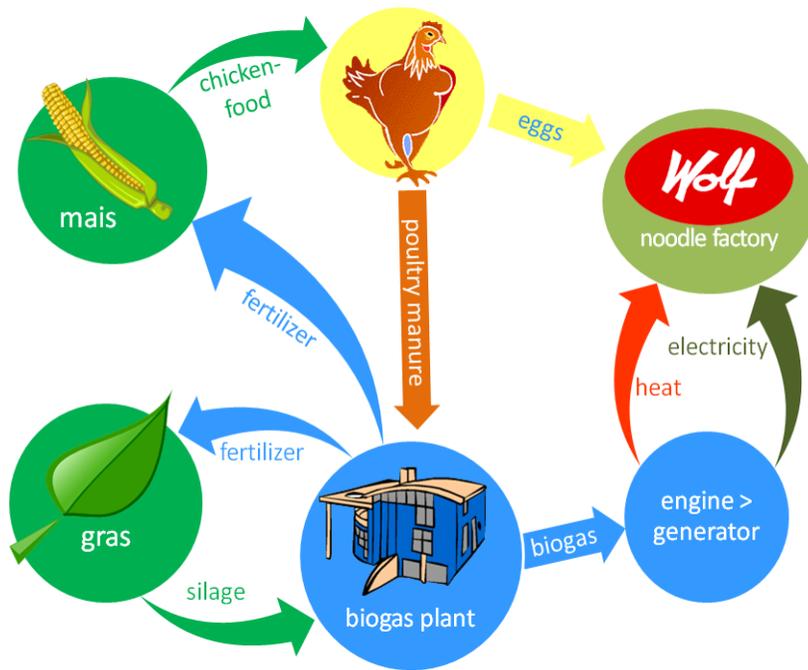
圖 207 2008 年第二代汽電共生廠



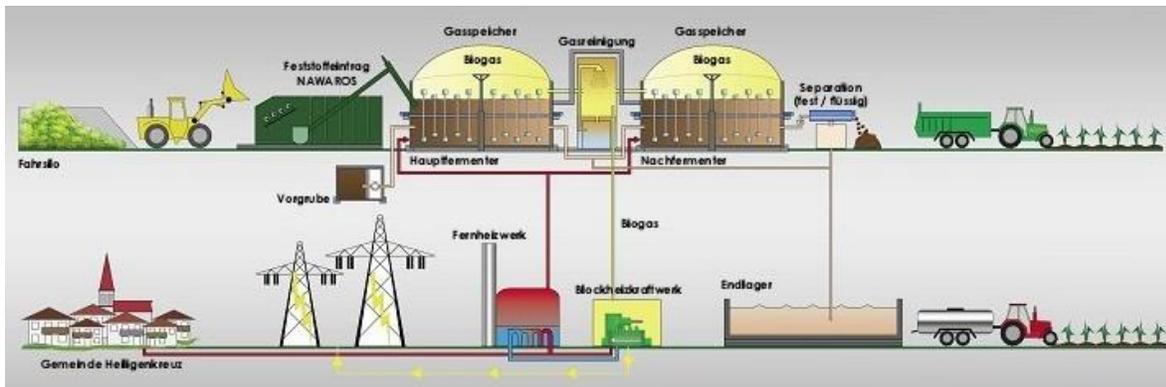
圖 208 2009 年能源燃料製造廠



圖 209 2010 年沼氣發電廠



(a)



(b)

圖 210 生質沼氣產電模式 - (a) 與食品業合作 (b) 與農林廢料合作



圖 212 沼氣發電廠堆放原料處，約有 10 個方格，附近水溝有濃厚的發酵氣味



圖 213 沼氣發電廠後端沼氣存放區



圖 214 原料內含有大量草桿



圖 215 自動秤重農民運送的廢料，經過處理後以每公噸 50 歐元售出



圖 216 沼氣發電廠發酵區



圖 217 肥水區產生的肥水免費提供附近農民使用增加土壤肥沃度



圖 218 沼氣發電廠廠區資訊(包含廠區面積、發電量、產氣量等)



圖 219 太陽能板農場



圖 230 整合系統控制室

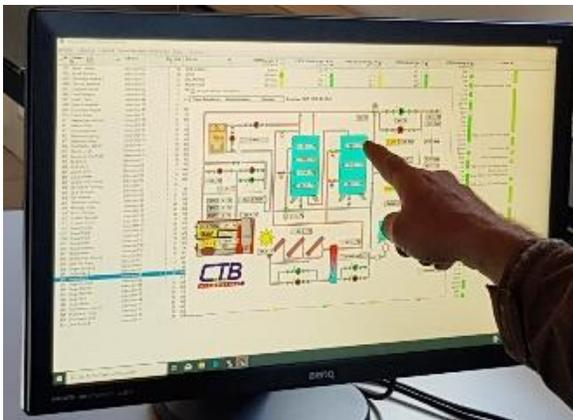


圖 231 整合系統控制室面板



圖 232 生物質儲存區



圖 233 鍋爐區



圖 234 生質能源廠區

(五)Güssing 能源小鎮技術中心(詳圖 235 至圖 239)

Güssing 能源小鎮的再生能源大多是以技術中心 Technonology center 及 EEE 部門共同合作而成，並提供參觀與專人解說服務，Technology center 內有多家廠商進駐，戶外設有多輛電動車充電處，在各方技術與政策配合下，Güssing 能源小鎮每年能源產值大約 13 億歐元，有 50 家新興公司在此設立，創造超過 1,100 個工作機會。



圖 235 Technology Center



圖 236 EEE 部門



圖 237 技術中心內三個層樓的廠商分佈

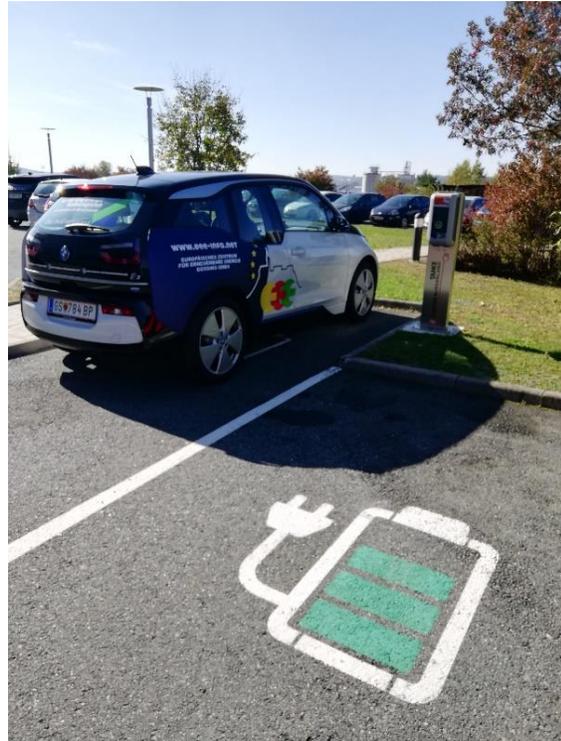


圖 238 電動車充電處



圖 239235 考察團員於 Güssing 能源小鎮技術中心前與專業解說人員合照

伍、考察心得

奧地利森林面積達 402 萬公頃，占國土面積 47.9%，然因西南境有阿爾卑斯山脈橫貫，約 70% 土地高於海拔 500 公尺，最高點海拔 3,798 公尺，地形陡峭，與臺灣的森林環境極為相似。奧地利透過森林帶動的相關產業，可提供 30 萬個就業機會，為僅次於旅遊業的第二大產業，歸納其林業發展成功原因如下：

一、奧地利森林永續經營之國家戰略，透過公眾參與，落實在全球、國家及地區的空間尺度，及現在與未來的時間尺度上

奧地利政府於 2001 年建置了森林對話平臺(Forest Dialogue，德文為「Walddialog」) 提供高達 90 多個產官學單位透過開放及持續性的參與來制定林業政策，在目標擬定之前，各利害關係人或團體可以有充分的溝通協調機會，討論的內容分為四大面向，包含經濟與國際、氣候與生態、水與天然災害、社會與專業知識等面向，以確保森林對環境、經濟和社會各面向為可持續發展。第一個對話平臺為期 8 年(2003-2011 年)，而第二個對話平臺為期 9 年(2011-2020 年)。在此背景下，於 2005 年通過第一個國家森林計畫，清楚列出 65 項定量指標，其後每五年會重新檢討修正，以符合國內外林業發展趨勢與民眾的需求與期待，並已成為各國林業政策制定之典範。

二、健全的林業教育與訓練體系，提供想要從事林業工作者多元就業管道與專業能力，帶動產業發展的良性循環

證照制度是訓練的誘因，也是提高專業技術水準最有效的方法，在奧地利從事林業工作者必需通過職能認證，可分為六種職能、九種途徑及六類教育訓練機構，若對應高中職剛畢業學生每月薪資約 1,600 歐元(約臺幣 56,000 元)、大學畢業約 2,000 歐元(約臺幣 87,000 元)，之後薪資可達 20,000 歐元以上(約臺幣 210,000 元)，在當地也具有很大的吸引力，主要是因為透過健全的林業教育與訓練體系，確保林業工作者之專業職能，可有效提升整體生產效率及降低作業風險，使產業獲利提高，又可吸引更多優秀人才進入，帶動產業發展的良性循環，且每個林業工作者可依個人的職涯規劃，透過教育與訓練體制向上提升。以本次考察 FBZ 林業訓練中心為例，所有的設備及訓練方式都非常紮實，即使從野外回來的工作鞋清理

都毫不馬虎，這樣專業訓練培育出來的林業工作者，具有專業的實力與尊榮，使奧地利的林業發展可以不斷進步向前。

三、運用高科技及有效率的整合林業相關產業鏈，創造產業的國際競爭力

奧地利木材年生產量約 2,590 立方公尺，排名全球第七(占全球產量 4%)，每年約 70%以上的木材出口，與北歐、波羅地海區及俄羅斯相比，奧地利的原木價格偏高，每立方公尺在 100 歐元以上，俄羅斯的原木單價甚至趨近於半價，但即便如此，奧地利的木材製品仍然具有競爭力，可以從整個產業鏈來看，奧地利與臺灣同為陡坡地形，降雨量高，工作日少，因使用高性能機械，以本次考察之林木收穫作業效率可達每日 150 立方公尺，其效率為臺灣的 10 倍以上，當後端加工業者有穩定料源，即可投入高度自動化機具生產，及利用剩餘料作為生質能源等利用，相對降低了其製材後的成本，並可將資源的使用創造極大化價值，使後端木製產品依然具有較高的競爭力。

四、從森林中學習森林，培養全民對於森林永續經營的正確知識、態度與技能，共享森林的服務價值

由於奧地利約有一半的土地為森林，在鄉間地區放眼望去景色非常優美，營造出很自然的山村森林美學，因此本次考察過程中，有學員提問有關奧地利生態旅遊情形，講師卻不瞭解我們所謂的生態旅遊是指什麼，因為對於奧地利人來說，從小就接觸森林，在森林中活動自然而然，也許我們認為的生態旅遊就是他們生活的日常。不論是健行、越野自行車、露營，或狩獵等在森林中的活動，可以是個人、家庭或團體方式進行，並需要遵守相關規範，甚至必須取得執照(如狩獵執照)。這些學習可透過學校課程，訓練中心研習或是民間的森林學校，不論何種學習都強調在森林中學習森林，進而培養全民對於森林永續經營的正確知識、態度與技能，使全民共享森林產生的服務價值。

陸、建議事項

一、建議以循序漸進方式，建置可提供社會大眾參與的「森林對話平臺」(Forest Dialogue platform)，使林業政策之推動更具體落實

林務局為落實森林及自然資源之永續經營，近年來積極發展公私協力之多元參與機制，建議可仿效奧地利政府建置可提供社會大眾共同參與的「森林對話平臺」(Forest Dialogue platform)，依據國內外林業發展情勢，透過持續與開放式的參與過程，據以制定各項林業政策及森林經營計畫，及明確之森林永續經營準則與指標，唯有清楚的方針與取得社會大眾的認同，才能使各項推動工作具體落實。然國內民眾長期以來疏離森林，對於森林永續經營的概念仍屬陌生，建議對話平臺與森林推廣教育，可同時以循序漸進方式進行。

二、建議建立國內林業從業人員之職能認證制度，及精進林業專業人才培訓機制，以提升林業技術水準，確保人員作業安全並促進就業機會，建議事項分述如下：

(一)盤點林業經營工作內涵，建立林業職能基準與規範其能力鑑定方式

目前國內有關林業專業證照，除了依據公務人員考試法取得公務人員任用資格外，另為依據考試院專技人員考試法規取得之「林業技師」證照。然而目前「林業技師」尚未能有效發揮其功能，由於林業工作涵蓋項目廣泛，奧地利是將林業相對應工作分為六種職能，透過教育與訓練並取得證照後，才能從事林業相關工作。建議國內可先重整林業技術職能基準，林業專業技術人才可分為「企劃經營」、「現場管理」與「現場技能」等三個層面，就企劃經營與現場管理部分，可加強林業技師功能，充實現有林業技師執業範疇，解決政府部門(包括各林管處及縣市政府)現場人力不足問題；現場技術專業人才部分，建議可就造林、育苗、林業生產等現場工作，建立職能基準與規範其能力鑑定方式，使人才培育之學校端或訓練機構可依據產業需求提供合適的教育與訓練，以減少學(訓)用落差，促進就業機會。

(二)配合林業人才需求，建置林業專業訓練場域

目前國內林業人才養成機構以學校為主，高職森林科有四所學校、大學森林相關科系有六所，為使林業人才專業技術能力養成，與職場系統相呼應，建議加速發展林業關鍵技術之職能基準外，並依據不同職能需求，規劃系統性專業養成訓練。在奧

地利從事林業工作者的六種職能，可分為六類教育訓練機構及九種取得證照途徑，並且將教育與訓練體系整合，其中成人的在職訓練也包括在整個教育與訓練體制中。建議國內可規劃不同課程主軸之林業訓練中心，此次前往奧地利 FBZ 訓練中心是以高性能林業機械訓練為主，另外Ossiach訓練中心是針對林業經營(含造林、育苗)、Pichl 訓練中心則是針對外國學員與森林教育相關訓練。而國內目前尚無有關林業生產之集材架線等專業訓練場域，建議應優先設置。

(三)與國際林業訓練機構合作，引進創新技術提升國內林業技術水準

奧地利聯邦森林研究中心 BFW 每年承辦約 30 個以上的國際合作計畫，並與日本、新加坡、中國大陸、南韓等國家皆有建立林業知識與技術共享交流之合作平臺，前述國家每年常態性的派員至奧地利學習考察，甚至已有針對該國家語言的學習教材。本次考察奧地利 FBZ 林業訓練中心之負責人員即表示，非常歡迎與臺灣進行林業相關技術交流，共同為森林永續經營盡一份心力。因此建議可與國際林業訓練機構合作，一方面邀請國外專家來臺指導，引進國際最新技術；另一方面派員赴林業先進國家研習或訓練，或透過教育部「學海築夢」計畫，鼓勵國內公私立大專校院森林科系選送學生赴國外林業訓練機構實習，進而培養具有國際視野及實務經驗之專業人才。

三、建議林業生產應用創新科技，建立公開且透明化作業流程，達到防弊與興利的雙贏

奧地利木材生產作業是於木材伐倒與集材後，直接載運至製材廠，運用集材造材機即可進行機械化檢尺作業，一併完成材積計算與木材分等，一組作業人力僅需配置 2 人，平均每日生產量以 100 立方公尺計，每日總產值約 360,000 元。反觀國內林業生產技術因伐採作業已停頓近 30 年，相關集材作業系統之技術與產能已達極限，一組作業人力至少需配置 4 人，平均每日生產量約 8 立方公尺，每日總產值約 28,800 元，除非使用高性能機械，及簡化生產作業流程，尤其需要突破傳統的慣性思維，否則沒有太多進步空間。因此建議引進高性能林業機械，或由國內業者自行開發設計適合臺灣作業環境之高性能機械，同時在集材、運材、造材、檢尺、放行到搬運的整個作業流程中，可運用創新技術，建立公開且透明化作業流程，達到防弊與興利的雙贏。

四、人員作業安全是邁向專業的第一步，建議規範林業現場作業人員穿戴符合作業安全之基本配備，確保工作安全

本次考察過程中，不論是在林地現場所見到林業作業人員裝備、機械設備，或是參加 Formec 國際林業工程研討會，在在呈現「科技始終來自人性」的核心價值，同時考慮到「勞工」、「機械」與「社會環境」三方面的關係，並以人員安全為最優先考量，由於林木收穫作業具有高度技術性與危險性，建議林業現場作業人員尤其是伐木集運材技術人員至少在服裝與配備上達到基本安全的要求，如伐木作業現場務必穿戴安全帽，同時可組合耳罩、面罩，防止伐木噪音影響聽覺，及防範飛濺木屑或石頭等雜物擊中臉部；在服裝上建議穿著明顯易於辨識的服裝與穿戴防割褲；鞋子應注重腳尖與鞋底部分，給予腳部更多的保護，使作業安全更有保障。

五、其他建議事項

- (一)本次考察因時間短暫，且因奧地利官方語言為德文，講義資料也多為德文撰寫，團員需要較多的時間翻譯瞭解，建議未來能與奧方訓練中心共同研擬適合我方在短時間內之進階課程，並規劃講義編輯方式與涵蓋範圍，可提供國內林業訓練教材參考。
- (二)奧地利 82%林地為私有林，且 88%以上的私有林場面積小於 20 公頃，其中以小於 3 公頃者最多，約占 38%，木材生產也以小面積私有林為主，可容許皆伐面積不能超過 0.5 公頃，因此建議未來考察方向可就奧地利小面積林地如何集約化經營、林業永續經營管理作法與法規制度等面向加以探討，提供國內林產業發展之參考。並建議可協助安排國內相關環保團體，參加奧地利森林教育課程中，針對具有森林決策影響力之團體所舉辦之相關研習推廣課程，以拓展國際視野。
- (三)另外本次參訪 Güssing 能源小鎮曾經是奧地利最貧窮地區，透過整合當地原本要丟棄處理的農林廢棄材料，如林業枝梢殘材、木材加工餘料、農業廢棄芒草、穀物殘渣、雞糞等，透過生質熱電共生廠與太陽能廠整合系統，可提供小鎮所需能源外，並吸引 50 家新興公司在此設廠，每年產生能源產值達 13 億歐元，創造超過 1,100 個工作機會。建議國內可參考 Güssing 能源小鎮發展經驗，由於單一材料或大規模生質能源並不符合經濟效益，利用小規模多元再生能源之整合，才具有發展機會。

柒、感謝

- 一、感謝本次考察行程由宜蘭大學森林暨自然資源學系卓志隆教授統籌規劃；郭佩鈺助理教授安排聯繫考察行程與訓練相關事宜，並協助資料收集、整理與翻譯；吳四印教授協助全程翻譯；同時感謝 FBZ 林業訓練中心成人教育部門主任 Nikolaus Nemestothy，副主任 Christoph Huber，為本次考察團主要接待人員，Dr. Huber 及 Dr. Sperrer 為本次課程主要授課講師，對於我們的提問總是不厭其煩地說明，並盡可能地提供參考資料，專業與敬業的態度非常令人敬佩，值得做為學習榜樣，及其他授課講師 Johannes Bergthaler、Georg Dobler、Wolfgang Hanousek、Franz Plasser 的熱心解說指導、使本次考察得以順利完成，收穫豐碩。
- 二、另外感謝本次考察所有團員於活動過程中認真參與及學習，返國後已於 108 年 11 月 11 日於林務局舉辦成果分享會，就奧地利林業發展與林業教育訓練運作現況、歐洲林業機械收穫最新發展、林木收穫機與集運機模擬訓練介紹、全球林業機械作業最新研究議題介紹(包括林業機械與人、智慧林業等)、奧地利工程木材發展與應用，及林業合作社技術人員參訪心得分享，特別值得一提的，本次考察團員中有幾位年僅 20 多歲的林業合作社技術人員，對於林業收穫作業課程內容與執行步驟鉅細靡遺的提問，希望把最新最好的技術資訊帶回臺灣，有這群年輕新血的熱心投入，臺灣林產業振興應該指日可待！

附錄：

一、奧地利提供講義與參考資料

(一) Wald-und Holzwirtschaft Österreich Forest and Timberindustry in Austria

(二) Cable yafding systems

(三) Tragseilbringung

(四) Holzernte im Seilgelände _Methodische Arbeit 4

(五) WOOD FLOWS IN AUSTRIA

二、奧地利相關林業網站

(一)奧地利聯邦可持續發展與旅遊部 **BMNT**：www.bmnt.gv.at

(二)奧地利聯邦森林研究中心 **BFW**：bfw.ac.at

(三)Traunkirchen 訓練中心 **FBZ**：www.fasttraunkirchen.at

(四)奧地利森林對話平臺 **Wald dialog**：www.waldpaedagogik.at/waldpaedagogik

(五)歐盟職業教育與訓練(VET)管理委員會 **Cedefop**：cedefop.europa.eu